



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

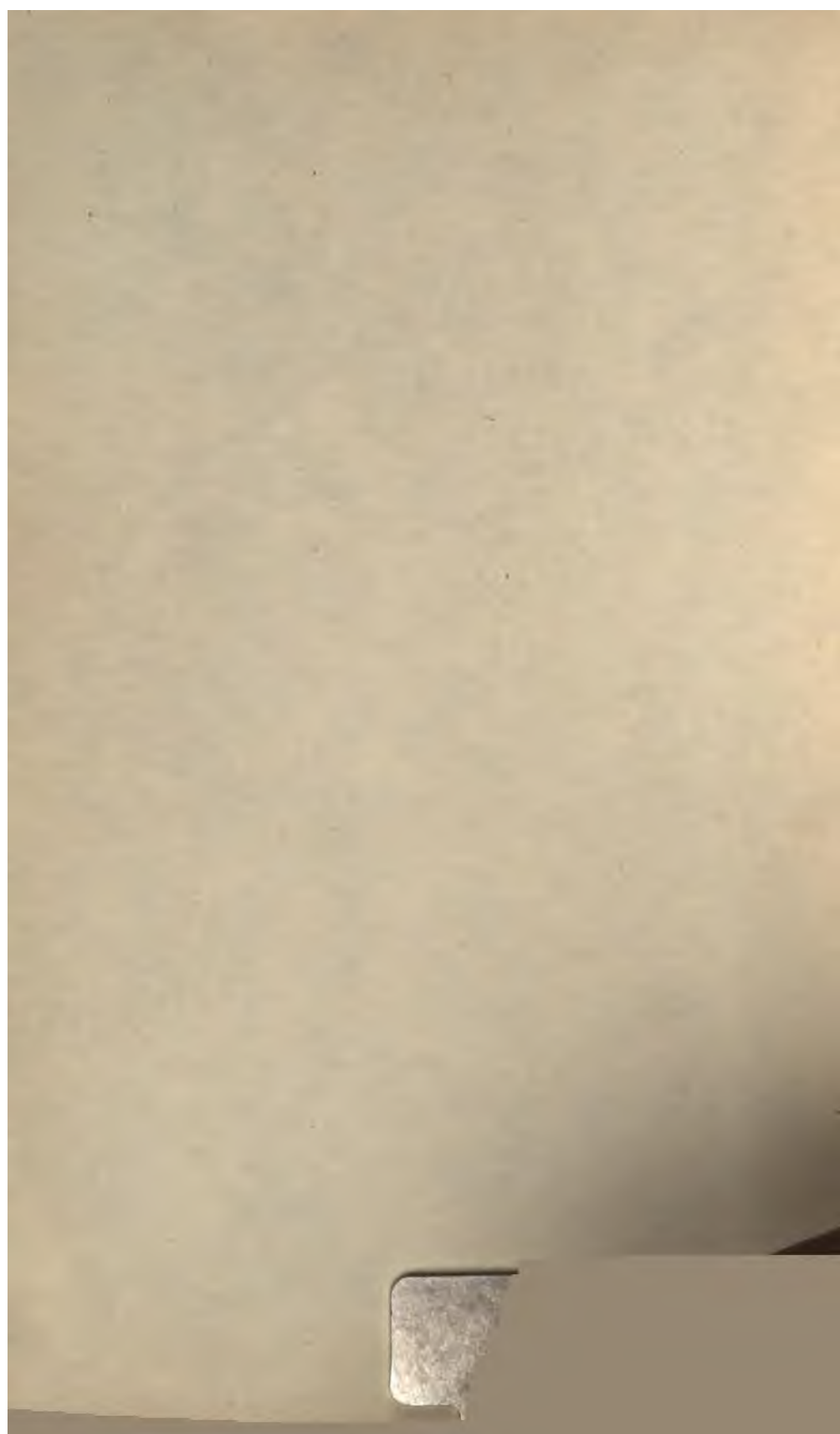
À propos du service Google Recherche de Livres

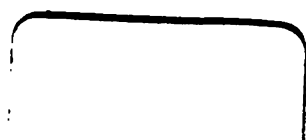
En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

NYPL RESEARCH LIBRARIES



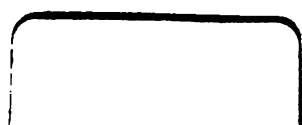
3 3433 06274523 1







CMC
K. J. R.



OMA
Collection



BULLETIN
ASTRONOMIQUE.

37722 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

BULLETIN ASTRONOMIQUE

FONDÉ EN 1884

PAR

E. MOUCHEZ ET F. TISSERAND,

PUBLIÉ PAR L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

Commission de Rédaction :

H. POINCARÉ, PRÉSIDENT;

G. BIGOURDAN; H. DESLANDRES; P. PUISEUX; R. RADAU.

TOME XXIII. — 1906.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

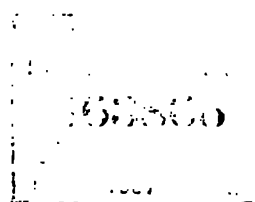
DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DU BUREAU DES LONGITUDES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1906

(Tous droits réservés.)

1906-1907
PUBLIÉ
PAR L'OBSERVATOIRE DE PARIS



NOV 19 1964
2.817
V8.001

BULLETIN ASTRONOMIQUE.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



CONSIDÉRATIONS SUGGÉRÉES PAR LE HUITIÈME FASCICULE DE L'ATLAS
PHOTOGRAPHIQUE DE LA LUNE, NOTAMMENT EN CE QUI CONCERNE
LA MARCHE DE LA SOLIDIFICATION A L'INTÉRIEUR DES PLANÈTES;

PAR MM. M. LOEWY ET P. PUISEUX.

Notre désir aurait été de tenir, autant que possible, la balance égale entre les périodes croissante et décroissante de la Lune. La nature des matériaux dont nous disposions nous a contraints de laisser, cette fois encore, la prédominance à la première.

Le cliché du 12 octobre 1900, d'où sont tirés la petite planche placée en tête et deux des agrandissements de ce fascicule, présente cependant, au moins au terminateur, un aspect qui n'a pas été rencontré jusqu'ici.

Sur l'image d'ensemble (*Pl. h*) nous voyons se dessiner à travers les continents des lignes de rupture analogues à celles qui ont constitué les mers. Le terminateur traverse presque exclusivement des régions d'un relief vigoureux et d'un aspect pittoresque. Nous trouvons ici la confirmation des remarques fondées sur l'examen des phases opposées en ce qui concerne la différence de physionomie des deux pôles; le plateau uni et cohérent qui sépare les cirques dans la région sud est remplacé dans l'extrême nord par un réseau de cordons minces et saillants. Le continent austral, terminé en pointe vers le Nord, semble renaître presque aussitôt sous la forme de massifs disloqués qui vont en se succédant

vers le pôle boréal. Il n'est pas trop téméraire de reconstituer tout cet ensemble en une chaîne continue, suivant un méridien. Nous aurions alors une de ces grandes lignes de relief que l'on trouve, plus ou moins intactes, sur la Terre et qui ont suggéré l'hypothèse tétraédrique. Cette arête se divise, comme les arêtes méridiennes du relief terrestre, en deux parties de longitude un peu différente dont la séparation se serait effectuée aux environs d'Hyginus et c'est, comme sur notre globe, la partie la plus éloignée du pôle austral qui est demeurée en retard sur la rotation de la planète. Un autre indice de mobilité relative de certaines parties de l'écorce est fourni par l'aspect des rivages occidentaux de la mer des Nuages et de la mer des Pluies. Il s'y trouve une zone littorale formant transition par l'altitude et par la teinte entre la mer et le continent : elle semble composée de banquises flottantes, appuyées du côté du continent à la cassure limite, irrégulièrement terminées du côté de la mer, et paraissant s'être rapprochées, dans les limites où elles pouvaient se mouvoir, du méridien central de la planète. Ces apparences se concilient bien avec la notion d'un allongement permanent de la Lune vers la Terre et d'une action superficielle tendant à diminuer la vitesse angulaire de rotation. Elles sont par conséquent en faveur des idées de M. G.-H. Darwin sur l'évolution de notre satellite.

Ainsi que divers documents antérieurs, cette feuille nous montre que nombre d'orifices éruptifs, origine d'auréoles ou de traînées, ont leur centre occupé par une tache blanche particulièrement vive, bien visible quand l'inclinaison des rayons solaires ne laisse plus se former aucune ombre. Mais la comparaison avec d'autres phases montre qu'il y a souvent discordance entre le périmètre d'une pareille tache et le relief du cirque qu'elle recouvre. Il y a là une cause de changements apparents contre laquelle il faut se tenir en défiance quand on rapproche, pour un même objet, des images relatives à des éclaircissements différents.

Les systèmes rayonnants de Tycho, de Copernic, de Képler, d'Aristarque, montrent ici des détails très nets. On y remarquera quelques traînées particulièrement minces et rectilignes, tangentes soit au rempart du cirque central, soit au contour d'orifices extérieurs. L'étude de ces traînées conduit à penser qu'elles se sont formées sous l'influence de mouvements cycloniques de l'atmo-

sphère, chassant les poussières volcaniques sur le trajet du centre et les déposant avec une abondance inégale sur deux lignes parallèles. L'origine et le parcours des cyclones semblent d'ailleurs avoir été sous la dépendance directe des éruptions volcaniques.

La planche suivante (XLII) montre dans l'ensemble de la calotte australe une cohésion et une égalité de niveau très soutenues, qui ont dû s'accroître sur certains points par des épanchements superficiels. Le grand nombre et la netteté des orifices font reconnaître ici de nombreux alignements déterminés par des digues préexistantes, la formation de plusieurs cirques sur des socles quadrangulaires, légèrement en saillie sur les plateaux voisins. On peut aussi faire des rapprochements suggestifs sur les nombres comparés des petits et des grands cirques, sur la prédominance des valeurs voisines de 0° et 90° dans les angles d'intersection des remparts.

La même région se retrouve, éclairée en sens opposé, dans la planche XLIII. Il résulte de la comparaison avec la feuille précédente que les détails apparents du relief, sauf des exceptions rares, méritent une confiance entière jusque près de la limite de visibilité. On reconnaît dans le voisinage du pôle austral l'existence de deux systèmes entrecroisés, formés chacun de larges ondulations. Leur conflit a donné naissance, dans certains cas favorables, à des crêtes d'une altitude exceptionnelle; toutefois cette tendance au plissement ne s'est traduite que par des inclinaisons modérées et ne paraît pas avoir survécu à la période volcanique. Divers exemples mettent en évidence la structure complexe des sommités centrales, ordinairement impropres à servir de points de repère dans la topographie de précision. Le caractère systématique des déformations du contour des cirques assigne à ceux-ci une origine plus récente que celle des digues rectilignes, bien qu'aucun d'eux ne paraisse s'être formé depuis l'apparition des traînées de Tycho.

Nous revenons dans le voisinage du pôle sud avec la feuille suivante (*Pl. XLIV*), qui représente une phase voisine de l'opposition. On y constate un commencement de réalisation du type arctique, allant jusqu'à faire apparaître de grands cirques à fond plat, mais non jusqu'à réduire les plateaux interposés à de minces cordons. Plusieurs séries de cirques s'enchainent suivant un méridien, avec des profondeurs qui généralement décroissent quand on va du pôle vers l'équateur. Le grand cirque Clavius

montre avec beaucoup de netteté son contour polygonal et ses frontières successives. Plusieurs de ses voisins sont traversés dans toute leur étendue par des sillons rectilignes, restes de cadres en losange, dont l'affaissement a excédé les limites. Nous y observons aussi des ébauches de mers ou de cirques, formés par dépression du centre sans rupture des bords, et des exemples de foyers éruptifs de différents âges, possédant des auréoles rudimentaires ou développées.

La limite ouest du continent austral, visible sur la planche XLV, est constituée par la grande cassure des monts Altaï, remarquable à la fois par son altitude soutenue et sa courbure uniforme. Les cirques semés sur son trajet, aussi bien que les orifices parasites implantés sur les remparts, n'ont point leur centre exactement sur la ligne de rupture, mais un peu rejeté du côté concave. Il est rare que les cassures, même les plus brusques, entament les bourrelets. Le point de rencontre de leurs tracés est au contraire marqué par une élévation du sol, et souvent par un orifice éruptif. Sur les bandes concentriques riveraines de la mer du Nectar, il y a eu entraînement des cirques vers le centre, dénivellation marquée du bourrelet, destruction partielle ou totale de la partie qui empiète sur la mer. Un effet analogue se manifeste, toutes proportions gardées, à l'intérieur des grandes enceintes. Au contraire les bourrelets entièrement situés en mer témoignent d'une résistance remarquable à toutes les causes de destruction, et plusieurs d'entre eux, bien qu'à peu près submergés, montrent encore leur périmètre parfaitement intact.

On voit sur la planche XLVI le continent austral se terminer vers le Nord, sous forme de grands blocs rectangulaires, éléments primordiaux du relief. La similitude de structure, certains traits de correspondance dans les formes autorisent à croire que les îlots montagneux de Bode et de Jules-César, anciennement détachés de la masse principale, ont subi un ample mouvement de dérive, et cette circonstance jette quelque jour sur la formation des systèmes de crevasses d'Ariadæus, d'Hyginus et de Triesnecker. Nous sommes à même de suivre les ramifications de ces fissures, leurs variations brusques de largeur. Il semble bien que, formées d'abord par arrachement, elles ont été modifiées par des actions éruptives et peut-être en dernier lieu par des phénomènes d'érosion.

L'exemple intéressant d'Alfraganus suggère, du reste, qu'une crevasse polygonale peut prendre naissance autour d'un cirque sous l'action exclusive de forces volcaniques. Non loin de là nous trouvons l'occasion de vérifier que l'effacement et la disparition des cirques se sont produits en dehors même du périmètre des mers, sous une influence qui pourrait bien être, conformément aux vues du professeur Suess, un flux de chaleur interne, suivi de ramollissement et de fusion locale.

Aucun massif montagneux de la Lune n'attire plus l'attention par la clarté de son plan et l'énergie de son relief, que celui des Apennins. Il forme le sujet principal de la planche XLVII, et, bien qu'il ait été représenté déjà plusieurs fois, la finesse du cliché permet ici d'entrer plus avant dans le détail de la structure. Rien n'autorise à invoquer un plissement comme travail orogénique primitif, l'érosion et les sédiments comme terme final ou comme préparation d'un nouveau relief. L'altitude des Apennins reconnaît comme cause la pression mutuelle de deux fragments en contact, le redressement de l'un d'eux, peut-être son chevauchement sur l'autre. Une fois l'obstacle surmonté ou disparu, le bord redressé s'est trouvé dans un état d'instabilité. Des éboulements suivis de charriage y ont fait apparaître une ligne de faite. Un affaissement général a provoqué sur le contour du massif la formation de bassins privés d'écoulement. Ces deux derniers ordres de phénomènes ont eu pour conséquence quelques traits analogues à ceux des montagnes terrestres. Mais la dissemblance persiste dans les plateaux demeurés intacts; on y voit dominer le relief hérissé et confus qui naît d'une accumulation de solides flottants, et dont les embâcles, les coulées de lave offrent des exemples.

Il est bien connu que sur la Lune les montagnes sont, dans l'immense majorité des cas, plus claires que les plaines. On trouvera réunis dans cette feuille les exemples les plus remarquables du phénomène contraire, c'est-à-dire de régions montagneuses envahies par une teinte sombre. Cette teinte, plus accentuée que celle des mers voisines, s'étend à tous les versants, à l'exception seulement de quelques sommets ou d'orifices volcaniques récents. Elle paraît être la conséquence d'un balayage ou d'une dénaturation totale des dépôts volcaniques, accomplis sous l'influence d'une submersion temporaire. Les limites où ce changement s'est opéré dessinent

toujours une bande limitrophe d'une mer et correspondent à une amplitude admissible pour les oscillations du sol ou les fluctuations de la nappe liquide. Il reste à expliquer pourquoi la teinte blanche a reparu, dans une certaine mesure, sur les plaines, en laissant indemnes les montagnes riveraines. On ne peut contester que ce problème ne soit assez obscur. Il est cependant admissible que les plaines, en raison de leur égalité de niveau et des crevasses de leur surface, soient arrivées à l'aridité complète plus vite que certaines régions plus accidentées.

Une loi générale, mise en évidence par cette feuille et par beaucoup d'autres, est la répétition par séries parallèles de tous les accidents du sol d'un caractère linéaire, dignes en relief, alignements de cirques, crevasses marginales, veines saillantes à la surface des mers. Dans les cas où leur ordre de formation peut être déterminé, il en résulte clairement que la compression mutuelle des fragments en contact appartient à l'histoire ancienne de l'écorce; que la tendance à la fissuration et à l'entraînement domine dans toute la période moderne; que cette dernière tendance, principal facteur du relief, a dû affecter chaque région dans le même sens pendant de longs intervalles; enfin que la formation des cirques a été réduite au minimum dans les parties de l'écorce affectées de la plus grande mobilité, et où les forces internes obtenaient une satisfaction suffisante par la création des fissures.

L'ensemble des faits topographiques mis en lumière au cours de notre travail, et particulièrement dans les deux dernières feuilles de ce fascicule, nous semble apporter un témoignage important dans deux questions souvent agitées : Comment se fait, pour une planète, le passage de l'état liquide à l'état solide ? A quel point de cette transformation la Terre et la Lune sont-elles actuellement parvenues ?

En fait la réponse à la première question dépend ordinairement de la solution que l'on adopte pour la seconde; et celle-ci est envisagée avec le désir d'expliquer le plus simplement ou le plus mathématiquement possible certains phénomènes terrestres.

Ainsi, une école scientifique se réclamant de l'autorité de lord Kelvin, de MM. G. H. Darwin, King et Barus considère la solidification de la Terre comme à peu près achevée. Les phénomènes volcaniques manifesteraient seulement l'existence de poches

liquides isolées, insignifiantes par rapport au volume total. Dans ce système, la solidification a commencé par le centre et s'est propagée jusqu'à la surface.

La plupart des géologues admettent au contraire avec le professeur Suess, avec M. de Lapparent, l'existence d'une lithosphère, écorce relativement mince, enveloppant une masse incandescente. Ici, la solidification a débuté par la surface et progresse lentement vers le centre, en opposant aux épanchements volcaniques un obstacle de plus en plus efficace, mais non encore insurmontable dans le cas de la Terre.

Si, au lieu de partir de l'état actuel, on tente de présenter les faits dans l'ordre historique, les deux écoles sont d'accord pour placer à l'origine un état de fluidité totale, conformément aux idées de Descartes et de Laplace. Le passage à l'état solide se fait par petites portions sous l'influence du refroidissement superficiel.

Que deviennent les scories ainsi formées? Ici la divergence apparaît. Les partisans du noyau solide font valoir que la plupart des substances minérales se contractent en se solidifiant, à l'inverse de ce qui se passe pour l'eau. Elles ne vont donc point flotter comme des glaçons, mais plonger à l'intérieur, où elles repasseront à l'état liquide sous l'influence d'une température plus élevée. Ce brassage tend à rendre la température uniforme dans toute la masse. De plus, les fortes pressions qui règnent à l'intérieur contribuent à maintenir à l'état solide les substances qui se dilatent en fondant. La profondeur que les scories peuvent atteindre va donc en croissant avec le temps. Elles finissent par gagner le centre, en prenant la place des matériaux plus légers, qui sont refoulés vers la surface. Leur agglomération forme un noyau solide qui s'étend par degrés jusqu'à comprendre toute la planète, en respectant quelques poches formées de substances plus fusibles.

A cela, les partisans de la lithosphère opposent l'existence de matières minérales qui, de même que l'eau, se dilatent en se solidifiant. Nous avons donc au moins une classe de scories dont la destinée est de flotter et de s'accroître toujours, en formant une première croûte solide. Restent les corps de la seconde classe, ceux qui se contractent et plongent en se solidifiant. Pas plus que les premiers, ces corps n'ont chance de gagner le centre, car ils rencontrent très rapidement des couches plus denses, déjà réparties

à un niveau inférieur par les exigences de l'équilibre hydrostatique. Cette nouvelle classe de scories ne peut donc se mouvoir que dans une épaisseur restreinte à partir de la surface. Elle finit nécessairement par constituer une seconde croûte solide, destinée à s'amalgamer avec la première. Mais, avant même que cette jonction soit opérée, il suffit que la première croûte soit devenue capable de mettre obstacle aux épanchements superficiels pour que le refroidissement soit ralenti dans une énorme proportion. Dès lors, le fluide interne ne cède plus le terrain qu'avec une lenteur extrême. L'ampleur et la généralité des phénomènes volcaniques, l'ascension universelle et régulière du thermomètre quand on pénètre dans le sol, indiquent pour l'épaisseur moyenne de l'écorce solide un chiffre inférieur ou peu supérieur à 50^{km} .

Ces faits sont certainement plus difficiles à interpréter dans la théorie du noyau solide. Il en est de même d'autres phénomènes généraux et bien constatés, par exemple :

a. La présence, jusque près de la surface, de matériaux de densités très diverses, y compris des métaux beaucoup plus lourds que la moyenne du globe terrestre. Il semble que, si les choses s'étaient passées suivant l'ordre indiqué par lord Kelvin, ces métaux auraient dû être englobés de bonne heure dans le noyau solide, sans aucune chance de revenir au jour.

b. La tendance générale à l'isostase, c'est-à-dire l'existence de variations de densité qui compensent les inégalités du sol au point de vue de l'intensité de la pesanteur, et rendent possible, à une certaine profondeur, l'équilibre hydrostatique. Cette compensation apparaît comme obligée si l'écorce terrestre est flottante, comme fortuite si la masse entière du globe est solide.

c. La grandeur des différences de niveau qui existent à la surface des planètes dont nous pouvons apprécier le relief. On comprend que ces différences aient été produites par la réaction d'un liquide intérieur sur une écorce relativement mince et de densité irrégulière. Il semble, au contraire, que si la solidification s'était faite à partir du centre, et n'avait porté en dernier lieu que sur une nappe superficielle, nous devrions constater une figure bien plus voisine de l'équilibre relatif.

Sur la Lune, nous ne sommes pas à même de reconnaître s'il y a augmentation de température avec la profondeur ou variation dans l'intensité de la pesanteur. Mais nous pouvons relever sur les photographies lunaires diverses particularités qui témoignent que la solidification se fait en partant de la surface.

Ainsi les différences de niveau sont relativement plus fortes et plus brusques sur notre satellite et, de plus, elles traduisent sous bien des formes les effets dynamiques que doit exercer un liquide en mouvement sur les parois solides qui le contiennent. Ces effets sont, en premier lieu, les épanchements superficiels qui ont envahi les deux cinquièmes de la surface visible et les ont transformés en plaines unies, laissant voir à leur périphérie de nombreux vestiges du relief antérieur. Ce sont encore les nombreuses traces d'instabilité des massifs montagneux dans le sens vertical, les cassures linéaires qui circonscrivent les monts Hæmus, les Apennins et le Caucase, les terrasses si nettes du Mur Droit et de Théophile, les fissures marginales de Sabine et d'Hésiode.

La proximité d'une nappe liquide puissante est encore nécessaire pour rendre compte des flottements et charriages en masse dans le sens horizontal, intéressant à la fois de larges portions de la surface. A cette origine se rattachent le démantèlement de la crête des Apennins, la disjonction des blocs rectangulaires du Caucase et de Bode, la formation des vallées rectilignes de Rheita, des Alpes, d'Ariadæus.

Le retrait de la masse liquide s'est fait par étapes successives, avec des repos assez longs pour permettre l'établissement de plaines unies dans des régions très voisines, mais à des niveaux différents et de plus en plus bas. Cette marche est attestée par les terrasses de Maurolycus et de Boussingault, par les cirques parasites formés aux dépens d'Albategnius et de Clavius. Nous l'observons aussi à la périphérie de presque toutes les mers, où se produit la juxtaposition du plateau primitif et de la nappe inférieure. Mais l'exemple le plus décisif, peut-être, est fourni par les bandes concentriques qui entourent la mer du Nectar. Nous reconnaissons ici, depuis les plateaux de la calotte australe jusqu'au fond des cirques inférieurs, cinq étages bien caractérisés, séparés l'un de l'autre par un écart de plusieurs milliers de mètres, et correspondant à des époques très différentes. Nous prenons ici sur le fait la contraction

progressive du fluide interne et sa solidification en partant de la surface. De tels effondrements ne sont possibles que si des vides se préparent au-dessous. Nous pouvons même dire qu'avant de s'affaisser tout entière, la portion équatoriale de la croûte laissait entre elle et le liquide sous-jacent un intervalle bien suffisant pour l'oscillation des marées. Le résultat observé serait tout autre si la solidification avait dû progresser à partir de l'intérieur et s'achever par la surface. Seul le niveau final devrait être reconnaissable, et les manifestations des forces éruptives n'auraient eu ni l'occasion de se produire, ni le moyen de laisser des traces permanentes à des étages très différents.

A cet ensemble de faits on ne peut guère opposer, en faveur de l'existence d'un noyau solide, que deux arguments d'ordre plutôt mathématique, et dont il ne faut pas exagérer la valeur concrète.

Le premier est emprunté à la théorie des marées. Lord Kelvin trouve par le calcul qu'une écorce mince et impénétrable, si rigide qu'on la suppose, devrait participer aux déformations périodiques causées dans le fluide interne par les attractions planétaires. Dès lors les marées océaniques ne se manifesteraient plus. L'existence de ces marées exclut donc celle du fluide interne.

Une autre objection, soulevée par M. G.-H. Darwin, se fonde sur l'existence d'inégalités importantes dans le relief terrestre. Le calcul indique qu'une écorce unie et homogène, supposée d'ailleurs moins rigide que l'acier et moins épaisse que le cinquième du rayon, devrait fléchir sous la surcharge additionnelle des massifs montagneux. Et il semble que cette conséquence s'applique *a fortiori* à la Lune, plus accidentée relativement que la Terre.

La raison invoquée par lord Kelvin vise plus particulièrement le globe terrestre, où les marées océaniques peuvent être observées. Même dans ce cas, elle n'a de valeur que si l'on résout affirmativement ces deux questions préalables : 1° Les marées du fluide interne ont-elles une amplitude comparable à celle des marées océaniques? 2° En supposant que ces marées se produisent, est-il certain qu'elles doivent altérer la figure de la croûte?

La réponse à la première question doit déjà être regardée comme douteuse, parce que le coefficient de viscosité ou de frottement intérieur est un élément essentiel de l'amplitude des marées. L'expérience seule peut dire si la manière dont on a introduit ce

coefficient dans les calculs est conforme à la réalité. Tout le monde sait que le flux de la mer subit communément un retard de plusieurs heures sur le passage de la Lune au méridien. Il est clair, d'autre part, que les matériaux internes, soumis à des pressions démesurées, doivent offrir plus de viscosité que l'eau des mers, et obéir plus lentement aux actions planétaires. Comme celles-ci changent de sens en peu d'heures par suite du mouvement diurne, il est fort possible que leurs effets ne s'accumulent pas, et n'arrivent pas à se traduire par des dénivellations appréciables.

On alléguera peut-être que, dans le cas de la Lune, les marées d'origine terrestre ont dû avoir, à une époque ancienne, une longue période en même temps qu'une grande amplitude. Cette objection ne doit pas nous préoccuper, car il résulte de l'examen des images lunaires que la croûte s'est constituée en dépit de toutes les influences contraires. Dans les premiers temps de sa formation, elle devait livrer passage au fluide interne par la voie de cheminées et de fissures. Cette manière de voir est confirmée par l'abondance des épanchements superficiels dont notre satellite porte la trace dans toute sa région équatoriale, précisément la plus sujette aux marées. D'autre part, l'existence de niveaux très différents et bien dessinés montre que l'écorce, en devenant plus résistante, acquérait un certain degré d'indépendance vis-à-vis du fluide interne. Elle a pris sa figure stable en laissant aux oscillations du liquide sous-jacent le jeu nécessaire. L'intervalle temporairement formé était occupé par un matelas de gaz à haute pression, assez élastiques pour prévenir tout effondrement, de masse trop faible pour troubler la compensation isostatique. Les marées internes peuvent ainsi se produire sans mettre en danger la conservation de la figure extérieure.

La seconde difficulté, suggérée par la considération des masses montagneuses, est déjà bien atténuée pour la Lune par cette circonstance que la pesanteur y est six fois moindre que sur la Terre. Mais, en fait, il n'y a pas lieu de s'y arrêter ni pour notre globe ni pour son satellite, parce qu'elle repose tout entière sur l'hypothèse inexacte de l'homogénéité. Du moment que la distribution des matériaux, dans les couches profondes, se montre efficace pour atténuer les variations prévues de la pesanteur, elle doit l'être aussi pour répartir les efforts dans un sens favorable à la conservation

du relief. Les excroissances montagneuses contribuent à l'équilibre général, bien loin de le compromettre. Elles ne sont point supportées par la ténacité des parties voisines, mais elles possèdent, ainsi qu'Airy l'avait déjà suggéré, des racines qui plongent dans un milieu plus dense et leur permettent de flotter.

Il nous semble, en conséquence, que l'étude de notre satellite doit confirmer les géologues dans leur préférence pour la théorie de l'écorce mince, et les convaincre que le passage à l'état solide, encore inachevé pour la Lune, est très loin de son terme pour la Terre.

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE (441) GYPTIS ⁽¹⁾,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ARCETRI (équatorial Amici de 0^m,284 d'ouverture);

PAR M. A. ABETTI.

Dates.	T. m. Arcetri.	$\Delta R.$	$\Delta(D).$	N. dec.	$R_{app.}$	log f. p.	(D) app.	log. f. p. ★
1902.	h m s	m s	" "		h m s			
SEPT. 9.	9.54.46	+1.19,87	-0.44,1	16. 8	23. 0.25,22	9,306 n	+3.18. 5,5	0,761 1
11.	10.23. 9	-0.13,47	+10.50,1	16. 8	22.59. 3,76	9,137 n	+2.58. 7,0	0,761 2
11.	10.23. 9	-0.27,37	-4. 5,7	16. 8	22.59. 3,57	9,137 n	+2.58. 8,9	0,761 3
12.	11.10.22	-0.54,56	+0.30,8	16. 8	22.58.22,67	8,631 n	+2.47.47,7	0,761 2
12.	11.10.22	-1. 8,46	-14.27,2	16. 8	22.58.22,49	8,631 n	+2.47.47,4	0,761 3
13.	8.17.56	-1.29,17	-8.24,5	12. 4	22.57.48,07	9,500 n	+2.38.52,5	0,770 2
16.	8.17.13	+0.25,77	+14. 5,4	12. 4	22.55.51,78	9,477 n	+2. 8.19,5	0,772 4
22.	8.20.46	+0.22,98	+9.22,1	20. 8	22.52.16,48	9,410 n	+1. 6.20,8	0,778 5
22.	8.20.46	+0.10,17	-0.10,0	20. 8	22.52.16,23	9,410 n	+1. 6.19,4	0,778 6
OCT. 4.	9. 9.34	+1. 4,76	+12. 6,5	16. 8	22.46.57,38	8,928 n	-0.52.25,4	0,791 7
5.	7.17. 7	+0.48,31	+3.41,3	8. 4	22.46.40,92	9,426 n	-1. 0.50,6	0,791 7
6.	7.31.40	+0.31,78	-5.24,6	16.12	22.46.24,39	9,377 n	-1. 9.56,5	0,792 7
7.	7.14.14	+0.17,02	-14. 9,5	16. 8	22.46. 9,62	9,412 n	-1.18.41,4	0,793 7

(¹) Voir *Bull. astr.*, t. XXII, p. 335, éphéméride L. Fabry.

Obs.-Calc.....	Sept. 9.	-126°	-8',7	Oct. 7.	-116°	-8',2
Moyennes de Gr. obs.....	Sept. 16.	10 ^m ,3		Oct. 6.	11 ^m ,0	

Positions des étoiles de comparaison.

*	R moy. 1900.	Réd. au j.	(Q) moy. 1905.0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	22.59. 2,48	+2,87	+ 3.18.29,7	+19,9	Br. A. 3046.
2.	22.59.14,36	+2,87	+ 2.46.56,8	+20,1	$\frac{1}{2}$ (A. G. Albany 7960 + Par ₂).
3.	22.59.28,07	+2,87	+ 3. 1.54,5	+20,1	A. G. Albany 7961.
4.	22.55.23,13	+2,88	+ 1.53.53,6	+20,5	A. G. Albany 7936.
5.	22.51.50,64	+2,86	+ 0.56.38,0	+20,7	A. G. Nicolajew 5745.
6.	22.52. 3,20	+2,86	+ 1. 6. 8,7	+20,7	A. G. Nicolajew 5747.
7.	22.45.49,82	+2,80	- 1. 4.52,7	+20,8	A. G. Nicolajew 5731.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial Gautier de 0^m,38 d'ouverture),

PAR M. CHARLOIS.

Dates. T. m. de Nice. ΔR . $\Delta \ell$. N. dec. R app. log f. p. (Q) app. log f. p. *

(106) Dione.

1908.		h	m	s	m	s	h	m	s						
Mai	1.	10.21.22	+0.54,09	+ 0.31,0	15: 5	12.32.13,40	2,671	88.37.38,7	0,773	n	1				
	2.	9.14.13	+0.26,26	- 1. 7,5	10: 5	12.31.45,56	2,835	88.36. 0,2	0,773	n	2				
	3.	8.48.52	-0. 1,68	- 2.41,9	10: 5	12.31.17,62	1,030	88.34.25,7	0,774	n	3				

(164) Erigone.

Mai	1.	10.51.31	+1.57,28	- 0.55,2	14: 5	12.54.45,15	2,788	90. 1.34,2	0,785	n	4
	2.	9.43.14	-0. 5,95	+ 2.55,6	15: 5	12.54.11,54	2,752	89.57.58,2	0,785	n	5
	3.	9. 8.19	-0.39,14	- 0.36,9	10: 5	12.53.38,34	1,050	89.54.25,6	0,784	n	6

(188) Ampella.

AVRIL	7.	9.10.57	-1.17,68	+ 4. 5,0	15: 5	10.44.24,08	2,768	96.14.30,4	0,829	n	7
-------	----	---------	----------	----------	-------	-------------	-------	------------	-------	---	---

(250) Bettina.

Mai	8.	9.36.36	+2.29,19	- 2. 6,8	12: 4	12.27. 1,31	2,463	90.40.39,1	0,790	n	8
	31.	9.58.55	-3.36,75	+ 1.56,5	12: 6	12.22.42,05	1,364	91.34.34,3	0,795	n	9

(270) Anahita.

FÉVR.	3.	9.13.47	-2.54,16	- 1.24,8	15: 5	8.24.24,68	1,399	73.55. 5,0	0,643	n	10
	6.	10. 5.54	-1.13,63	- 3.36,7	15: 5	8.21.10,00	1,130	73.44.30,9	0,616	n	11
	8.	9.59. 3	+1.55,69	+ 5.33,7	12: 4	8.19. 6,56	1,106	73.37.48,4	0,613	n	12
	10.	10.23.43	-0. 4,73	- 1. 5,9	15: 5	8.17. 6,14	2,792	73.31. 8,8	0,607	n	13

Dates. T. m. de Nice. $\Delta R.$ $\Delta P.$ N. de c. Rapp. log f. p. P app. log f. p.

(276) Adelheid.

1905.		h	m	s	m	s			h	m	s						
MAI	30.	11.21.35	+0.40,06	+0.47,3	10:	5	16.39.34,72	2,936 n	92.33.20,5	0,804 n	11						
	31.	10.59.36	-0.11,97	+0.31,3	12:	6	16.38.49,53	1,071 n	92.27.38,9	0,803 n	11						
JUIN	2.	11.10.37	-1.44,02	-10.39,5	12:	8	16.37.17,50	2,906 n	92.16.27,9	0,802 n	11						

(286) Iclea.

JUIN	26.	10.52.49	+0.46,69	-2.55,7	12:	6	15.55.33,14	1,136	85.54.57,6	0,751 n	17						
	28.	10.53.20	+0.38,80	+5.47,4	11:	6	15.54.42,25	1,184	86.3.33,2	0,753 n	18						

(334) Chicago.

AVRIL	25.	10.52.55	-0.43,59	+3.55,3	10:	5	14.4.47,71	1,037 n	96.10.39,2	0,827 n	19						
MAI	3.	9.47.51	-2.3,90	+4.45,3	15:	5	13.59.19,30	1,202 n	95.43.47,4	0,823 n	20						

(345) Tercidina.

JUIN	2.	10.38.27	-2.51,06	+0.58,7	12:	8	16.16.7,14	1,012 n	101.41.29,5	0,859 n	21						
------	----	----------	----------	---------	-----	---	------------	---------	-------------	---------	----	--	--	--	--	--	--

(371) Bohemia.

FÉVR.	3.	10.4.59	+0.48,21	-4.42,0	10:	5	8.45.10,99	1,293 n	77.24.10,9	0,660 n	21						
	6.	9.0.5	+2.19,93	+4.45,7	14:	5	8.42.23,03	1,443 n	77.18.57,6	0,686 n	23						
	7.	10.5.22	+1.21,38	+2.53,0	9:	5	8.41.24,48	1,208 n	77.17.4,9	0,665 n	24						

(382) Dodona.

FÉVR.	1.	9.39.6	+1.19,70	+1.2,9	12:	6	8.37.29,02	1,396 n	70.1.11,8	0,590 n	21						
	2.	9.11.4	+0.25,87	-0.6,6	9:	5	8.36.35,20	1,456 n	70.0.2,3	0,604 n	21						
	3.	10.45.45	+0.40,30	-1.0,6	10:	5	8.35.36,66	1,041 n	69.58.49,1	0,556 n	21						

(383) Janina.

FÉVR.	7.	10.54.18	-1.4,90	-2.19,5	10:	5	8.10.17,99	2,118 n	67.45.5,4	0,506 n	21						
	8.	9.3.19	-1.46,23	-4.46,0	15:	5	8.9.36,66	1,340 n	67.42.38,9	0,543 n	21						
	10.	9.5.23	-2.21,99	+5.7,6	11:	4	8.8.9,53	1,298 n	67.37.35,0	0,534 n	21						

(386) Siegena.

JUIN	22.	10.17.33	+0.44,88	+5.1,7	11:	5	15.42.37,04	2,830	82.25.53,6	0,716 n	31						
	26.	10.26.20	+2.27,25	-8.17,1	12:	8	15.40.44,72	1,067	82.37.33,2	0,719 n	31						
	27.	10.13.21	+2.2,14	-4.57,9	12:	8	15.40.19,60	1,003	82.40.52,3	0,720 n	31						
	28.	9.59.51	+1.38,10	-1.28,1	12:	8	15.39.55,56	2,923	82.44.22,0	0,720 n	31						

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

19

Dates. T. m. de Nice. ΔR . $\Delta \varphi$. N. de c. Rapp. log f. p. φ app. log f. p. *

(471) (1901 GN).

1901.		h	m	s	m	s		h	m	s		h	m	s		h	m	s	
Mai 23.	11.18.52	—0.	5,09	—	1.43,7	15: 5	13.46.50,29	1,271				84.48.57,0	0,751	n	35				
30.	10.29. 7	—0.	3,32	+	2. 1,9	10: 5	13.44.30,27	1,142				85. 0.54,1	0,726	n	36				
31.	10.21. 3	—0.28,40	+	4.48,2	10: 6	13.44. 5,19	1,138					85. 3.40,3	0,743	n	37				

(487) Venetia.

Avril 7.	11. 1.39	—1. 5,82	—	0.13,3	10: 5	11.46.32,12	2,504				73.37.15,2	0,607	n	38				
----------	----------	----------	---	--------	-------	-------------	-------	--	--	--	------------	-------	---	----	--	--	--	--

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1902,0.	Réd. au j.	φ moy. 1902,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	8,7	12.31.17,75	+1,56	88.36.59,7	+ 8,0	Albany 4521.
2.	"	"	+1,55	"	+ 8,0	Id.
3.	"	"	+1,55	"	+ 7,9	Id.
4.	9,5	12.52.46,23	+1,64	90. 2.21,9	+ 7,5	$\frac{1}{2}$ (Mun ₁ 8706 + Mun ₂ 4686).
5.	9,0	12.54.15,85	+1,64	89.54.55,2	+ 7,4	Nicolajew 3501.
6.	"	"	+1,63	"	+ 7,3	Id.
7.	8,3	10.45.40,34	+1,42	96.10.11,6	+13,8	Strasbourg, 2 obs.
8.	8,8	12.24.30,60	+1,52	90.42.27,5	+ 8,4	Nicolajew 3423.
9.	9,0	12.26.17,45	+1,35	91.32.30,6	+ 7,2	Nicolajew 3425.
10.	8,0	8.27.17,57	+1,27	73.56.17,7	+12,1	Berlin A 3389.
11.	8,8	8.22.22,35	+1,28	73.47.55,5	+12,1	Berlin A 3342.
12.	7,0	8.17. 9,59	+1,28	73.32. 2,6	+12,1	Berlin A 3308.
13.	"	"	+1,28	"	+12,1	Id.
14.	8,5	16.38.52,54	+2,12	92.32.36,8	— 3,6	Strasbourg, 3 obs.
15.	8,0	16.38.59,37	+2,13	92.27.11,3	— 3,7	Strasbourg, 2 obs.
16.	"	"	+2,15	"	— 3,9	Id.
17.	9,0	15.54.44,37	+2,08	85.57.58,9	— 5,6	Albany 5330.
18.	8,8	15.54. 1,38	+2,07	85.57.51,5	— 5,7	Albany 5326.
19.	7,0	14. 5.29,48	+1,82	96. 6.38,8	+ 5,1	Strasbourg, 3 obs.
20.	8,8	14. 1.21,35	+1,85	95.38.57,0	+ 5,1	Strasbourg, 2 obs.
21.	7,0	16.18.55,94	+2,26	101.40.33,5	— 2,7	$\frac{1}{2}$ (Mun ₁ 12516 + Schj. 5788).
22.	8,0	8.44.21,51	+1,27	77.28.40,7	+12,2	Leipzig I 3551.
23.	8,9	8.40. 1,81	+1,29	77.13.59,6	+12,3	Leipzig I 3525.
24.	"	"	+1,29	"	+12,3	Id.
25.	8,4	8.36. 8,06	+1,26	69.59.57,0	+11,9	Berlin B 3505.
26.	"	"	+1,27	"	+11,9	Id.
27.	7,1	8.34.55,09	+1,27	69.59.37,8	+11,9	Berlin B 3490.
28.	8,4	8.11.21,60	+1,29	67.47.13,5	+11,4	Berlin B 3322.
29.	"	"	+1,29	"	+11,4	Id.

★	Gr.	Moy. 1905.0.	Réd. auj.	Moy. 190.0.	Réd. auj.	Autorités.
30.	8,3	8.10.30,23 ^{h m s}	+1,29 ^s	67.32.16,1	+11,3	Berlin B 3314.
31.	5,5	15.41.50,15	+2,01	82.20.57,2	— 5,3	$\frac{1}{2}$ (Leipz. II 7083 + Wash. 307
32.	8,8	15.38.15,48	+1,99	82.45.55,9	— 5,6	Leipzig II 7057.
33.	»	»	+1,98	»	— 5,7	Id.
34.	»	»	+1,98	»	— 5,8	Id.
35.	10,5	13.46.53,69	+1,69	84.50.38,1	+2,6	Anon. rapp. à Leipzig II 65
36.	8,0	13.44.31,93	+1,66	84.58.50,0	+2,2	Leipzig II 6513.
37.	»	»	+1,66	»	+2,1	Id.
38.	8,2	11.47.36,51	+1,43	73.37.20,2	+8,3	Berlin A 4544.

LA VARIABLE δ CÉPHÉE;

PAR H.-E. LAU.

Les observations suivantes de la variable δ Céphée ont été faites par la méthode décimale à l'aide d'une jumelle ordinaire. Les grandeurs des étoiles de repère sont : ζ Céphée = 3^{re}, 62; ε Céphée = 4^{re}, 23. Le Tableau ci-dessous résume les détails des observations : La colonne (1) donne le temps moyen de Paris, (2) la grandeur observée de la variable, (3) le nombre des taxations, (4) les phases de la variation comptées à partir du minimum calculé tiré de l'éphéméride de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, (5) un numéro de référence.

Observations de δ Céphée.

(1).	(2).	(3).	(4).	(5).
1902. Nov. 17,73.....	3,93	6	3,06 ¹	1
17,87.....	3,83	6	3,20	2
18,68.....	4,21	7	4,01	3
18,82.....	3,94	8	4,15	4
19,71.....	4,08	17	5,04	5
19,86.....	4,08	8	5,19	6
20,22.....	4,33	3	0,18	7
23,20.....	3,74	4	3,16	8
23,70.....	3,86	2	3,66	9
23,80.....	3,96	8	3,76	10
26,70.....	3,76	15	1,28	11

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

21

	(1).	(2).	(3).	(4).	(5).
				1	
1902. Nov.	26,80.....	3,81	8	1,38	12
	26,90.....	3,79	5	1,48	13
	29,70.....	4,19	5	4,28	14
	29,87.....	4,07	8	4,45	15
Déc.	1,70.....	3,79	4	0,90	16
	1,80.....	3,87	2	1,00	17
	3,92.....	3,96	6	3,12	18
	10,94.....	4,23	5	4,77	19
	12,26.....	4,08	4	0,76	20
	13,02.....	3,82	4	1,52	21
	13,95.....	4,08	2	2,45	22
	19,80.....	4,08	3	2,92	23
	20,67.....	4,03	2	3,79	24
1904. JUIN	21,95.....	4,35	3	0,33	25
AOUT	2,95.....	4,03	2	4,78	26
	25,83.....	4,01	1	0,83	27
	29,83.....	4,16	2	4,83	28
	30,83.....	4,08	2	0,45	29
SEPT.	3,83.....	4,08	2	4,45	30
	4,79.....	4,16	4	0,04	31
	5,80.....	3,85	2	1,05	32
	11,80.....	3,52	6	1,72	33
	18,83.....	3,79	2	3,37	34
	20,87.....	4,03	2	0,04	35
	30,80.....	4,02	2	4,59	36
OCT.	3,76.....	3,86	2	2,18	37
	5,82.....	3,89	2	4,24	38
	9,02.....	3,82	3	2,10	39
	9,83.....	3,87	2	2,91	40
	16,77.....	4,08	2	4,48	41
	27,87.....	4,18	5	4,83	42
	28,83.....	4,18	8	0,41	43
Nov.	4,84.....	3,70	11	2,09	44
	6,80.....	3,95	2	4,05	45
	20,87.....	3,70	3	1,99	46
	21,83.....	3,87	2	2,95	47
	30,83.....	3,87	3	1,25	48
Déc.	5,80.....	4,07	2	0,84	49
	8,81.....	3,97	2	3,85	50
	9,93.....	4,13	2	4,97	51
	18,79.....	3,87	2	3,08	52
	19,67.....	4,23	2	3,96	53
	24,71.....	3,86	2	3,67	54
	31,85.....	4,24	4	0,06	55

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

	(1).	(2).	(3).	(4).	(5).
1903. JANV.	1,67.....	3,86	2	0,87	56
	13,67.....	3,76	2	2,13	57
	14,04.....	3,76	2	2,50	58
	19,71.....	3,87	2	2,79	59
	26,79.....	4,23	3	4,54	60
	28,87.....	3,77	3	1,25	61
	31,87.....	4,14	2	4,25	62
FÉVR.	7,79.....	4,08	6	0,41	63
	17,86.....	4,09	3	5,15	64
	20,78.....	3,96	2	2,70	65
	23,81.....	4,07	2	0,35	66
	26,86.....	4,03	2	3,40	67
MARS	2,87.....	4,08	3	2,03	68
	5,06.....	4,05	2	4,22	69
	16,87.....	4,30	3	5,33	70
	23,83.....	3,74	2	1,54	71
AVRIL	1,79.....	4,02	2	5,12	72
	6,83.....	3,88	2	4,79	73
Mai	3,87.....	4,23	2	5,03	74
JUIN	27,90.....	4,01	2	1,02	75
AOUT	16,80.....	3,88	2	2,63	76
	19,85.....	4,08	9	0,31	77
SEPT.	4,82.....	4,13	2	0,20	78
	10,85.....	4,00	6	0,85	79
	13,86.....	4,02	3	3,86	80
	15,86.....	4,06	2	0,48	81
	17,85.....	3,85	2	2,47	82
	18,84.....	3,92	2	3,46	83
	20,80.....	4,08	2	0,05	84
	30,78.....	4,10	3	4,70	85
OCT.	17,80.....	4,15	4	0,22	86
	26,73.....	3,93	4	3,81	87

En groupant les observations par rapport aux phases, on obtient les moyennes suivantes :

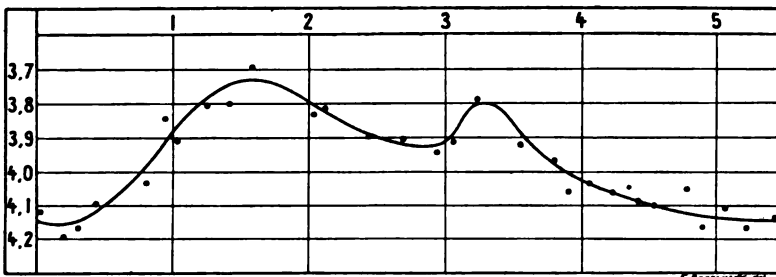
Phase.	Grandeur.	O. — C.	Numéros.	Phase.	Grandeur.	O. — C.	Numéros.		
J	0,05	4,13	—0,03	31, 35, 55, 84	J	1,27	3,80	+0,02	11, 48, 61
0,20	4,20	+0,04	7, 78, 86	1,43	3,80	+0,05	12, 13		
0,33	4,17	+0,02	25, 66, 77	1,59	3,69	—0,03	21, 33, 71		
0,44	4,10	—0,02	29, 43, 63, 81	2,04	3,83	+0,03	44, 46, 68		
0,82	4,04	+0,05	20, 27, 49, 79	2,14	3,81	—0,01	37, 39, 57		
0,92	3,84	—0,06	16, 56	2,47	3,90	0,00	22, 58, 82		
1,02	3,91	+0,03	17, 32, 75	2,71	3,90	—0,02	59, 65, 76		

Phase.	Grandeur.	O. — C.	Números.	Phase.	Grandeur.	O. — C.	Números.
2,93	3,94	+0,02	23, 40, 47	4,25	4,07	0,00	14, 38, 62, 69
3,09	3,91	+0,02	1, 18, 52	4,46	4,08	0,00	15, 30, 41
3,24	3,79	—0,01	2, 8, 34	4,61	4,11	0,00	36, 60, 85
3,55	3,93	+0,03	9, 67, 83	4,78	4,05	—0,07	19, 26, 73
3,79	3,97	—0,01	10, 24, 87	4,88	4,16	+0,03	28, 42, 51
3,89	4,07	+0,06	50, 53, 80	5,06	4,11	—0,02	5, 72, 74
4,07	4,03	0,00	3, 4, 45	5,22	4,16	+0,02	6, 64, 70

L'examen des observations ne révèle aucune trace d'erreur systématique dépendant de la position de la variable. Voici, en effet, les écarts moyens qu'on obtient en groupant les observations par rapport aux saisons :

JANVIER-FÉVRIER.....	—0,003
MARS-AVRIL.....	+0,010
MAI-AOÛT.....	+0,030
SEPTEMBRE-OCTOBRE.....	—0,030
NOVEMBRE-DÉCEMBRE.....	+0,022

La courbe de lumière, figurée ci-dessous présente une inflexion secondaire dans la branche descendante. Cette anomalie, déjà



signalée par Argelander, semble parfaitement établie, l'erreur probable de chacune des 28 moyennes étant de $\pm 0^{\text{sr}},023$ seulement. Pour les points tropiques, on a les époques et grandeurs que voici :

Min. I.....	+0,15	4,15
Max. I.....	1,58	3,73
Min. II.....	2,88	3,93
Max. II.....	3,30	3,80

L'éphéméride de l'*Annuaire* réclame donc une correction de $+ 3^{\text{h}},6$. La durée de la montée $M - m$ est de $1^{\text{h}} 10^{\text{m}},3$.

D'après les recherches de M. Wirtz ⁽¹⁾, la variabilité de δ Céphée est due aux marées du compagnon obscur, dont l'existence a été établie par M. Belopolsky ⁽²⁾. Quant à l'inflexion secondaire, il faut l'attribuer à une éclipse partielle produite par le passage du compagnon. Celui-ci passe au périastre $1^h, 0$ avant le maximum principal; le grand axe de l'orbite étant dirigé vers le Soleil, le compagnon passera devant l'étoile lumineuse à l'apoastre, $3^h, 1$ après le minimum principal, ce qui est sensiblement l'époque du minimum secondaire. Comme la branche ascendante ne présente aucune anomalie, le compagnon doit être obscur. Pendant l'éclipse, l'éclat de δ Céphée tombe de $0^m, 3$, de sorte que le rayon du compagnon est moitié seulement de celui de l'étoile lumineuse. En supposant sa densité égale à celle de δ , on trouve la masse totale du système égale à 2 masses solaires, malgré les faibles dimensions de l'orbite de l'étoile lumineuse. L'hypothèse d'une éclipse partielle est donc admissible. A cause du mouvement des apsides, l'inflexion secondaire se déplace lentement sur la courbe de lumière, la forme de celle-ci serait ainsi soumise à une oscillation périodique analogue à celle qu'on constate dans les variations des étoiles du type Algol.

OBSERVATIONS DE COMÈTES ET DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial coudé de $0^m, 40$ d'ouverture);

PAR M. GIACOBINI.

Date.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. de c.	R app.	log f. p.	P app.	log f. p.	*
Comète Giacobini (1905 III).									
1903	h m s	m s			h m s				
MARS 26.	8.11.49	-1.36,72	+ 5.15,2	18:10	5.44.13,98	1,450	79. 3. 3,8	0,703 n	1
27.	8.48.59	+0.39,81	+ 6.12,9	21: 9	5.47.46,93	1,525	77.47.55,0	0,707 n	2
28.	8.19.19	+4.23,91	- 1.58,2	15:10	5.51.14,81	1,473	76.36.13,7	0,681 n	3
30.	8. 5. 8	-0.44,14	- 0.35,7	16:10	5.58.30,13	1,448	74.10.16,9	0,656 n	4
AVRIL 1.	8.37.45	+0.18,00	- 1.14,3	8:10	6. 6.11,30	1,521	71.42.46,8	0,644 n	5
4.	8.49.35	-1.59,05	- 1.56,2	15:10	6.18.13,54	1,550	68. 6.28,1	0,615 n	6
5.	8.58.54	+1.23,43	+ 0. 6,3	18:10	6.22.24,95	1,465	66.55.14,1	0,562 n	7

⁽¹⁾ *Astr. Nachr.*, n° 3690.⁽²⁾ *Astr. Nachr.*, n° 3338.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

25

Dates. T. m. de Nice. ΔR . ΔP . N. de c. R. app. log f. p. U. app. log f. p. *

Comète Giacobini (1905 III).

1905.		h	m	s	m	s		h	m	s							
AVRIL 6.	9.	6.17	+4.30,34	+ 3.40,0	15:10	6.26.41,09	1,480	65.44.56,1	0,550	n	8						
7.	9.	13.22	-4. 6,18	+ 0. 5,9	15:10	6.31. 2,48	1,488	64.35.32,1	0,531	n	9						
8.	9.	8.54	+2.41,31	+ 2.23,4	15:10	6.35.26,84	1,593	63.27.35,1	0,580	n	10						
28.	9.	56.39	+0. 8,94	+ 1.34,8	30:10	8.20.40,62	1,711	45.51.21,4	0,335	n	11						
MAI 1.	10.	46. 8	+1.24,02	+ 2. 1,0	18:10	8.38.48,37	1,765	44.14.14,0	0,440	n	12						
2.	9.	26.32	-0.23,39	+ 4.50,6	16:10	8.44.30,23	1,680	43.47.31,4	0,115	n	13						
3.	9.	22.25	-1. 8,79	+ 4. 1,6	18:10	8.50.32,77	1,670	43.21. 4,7	0,055	n	14						
25.	10.	40. 4	-3.47,04	+ 2.47,7	18:10	10.58.22,31	1,750	40.21.16,1	0,150	n	15						
27.	10.	37.24	-2.14,93	- 2.52,1	13:10	11. 8.33,13	1,742	40.34.54,3	0,113	n	16						
29.	10.	0. 7	-1. 3,14	- 0.29,9	20:10	11.18.15,96	1,680	40.51.44,1	1,840	n	17						

Comète Brooks (1904 I).

AVRIL 5.	9.	43.30	-1.34,73	- 3.35,0	9:10	8. 8.58,44	1,690	31.56.58,8	0,040	18							
6.	10.	26. 5	+5.21,74	- 2.10,4	15:10	8. 8. 4,61	1,663	32. 8.49,3	0,090	19							
7.	10.	36.39	+4.34,70	+ 5. 2,8	15:10	8. 7.13,57	1,683	32.20.25,6	0,020	20							
8.	10.	35. 6	-2. 8,19	- 4.46,1	18:10	8. 6.26,47	1,810	32.31.43,3	2,887	n	21						

Kilia (470).

JUILL. 4.	10.	29.14	+2. 2,22	+ 9. 2,1	18:10	16.45.49,26	2,790	99.54.14,5	0,850	n	22						
6.	10.	5.18	+1. 3,17	+14.30,3	12:10	16.44.50,21	2,517	99.59.42,7	0,852	n	23						
8.	10.	57.42	+1.35,15	-15.14,3	12:10	16.43.57,16	1,160	100. 5.42,6	0,848	n	24						

Xanthippe (156).

JUILL.20.	10.	36.53	-0.36,81	+ 8. 4,6	12:10	18.39.12,63	2,290	101.40.57,7	0,855	n	25						
22.	11.	17. 4	-2. 4,63	+ 7.37,8	12:10	18.37.44,76	2,820	101.40.30,9	0,860	n	26						
25.	11.	12.54	-4. 4,58	+ 7.46,7	14:10	18.35.44,86	2,870	101.40.39,7	0,860	n	27						
27.	10.	7.36	-5.16,13	+ 8.15,6	9: 6	18.34.33,31	2,517	101.41. 8,5	0,860	n	28						
28.	9.	57.18	-4.24,93	+ 6.24,3	9: 6	18.33.59,12	2,400	101.41.32,3	0,860	n	29						

Hereulina (532).

JUILL.27.	11.	21.55	-1.28,55	+ 5. 1,3	12:10	21.23.30,93	1,320	115.41.16,3	0,901	n	30						
29.	11.	26.14	-4.32,18	+ 8.38,6	12: 8	21.21.52,37	1,255	115.58.11,8	0,907	n	31						
AOUT 1.	11.	20.23	-0.21,46	- 7.34,1	12:10	21.19.21,12	1,205	116.23. 0,3	0,910	n	32						

Bruchsalia (455).

OCT. 27.	9.	50.11	+3.30,38	+ 3. 7,5	9: 5	0.33.22,72	2,662	107.41.27,7	0,888	n	33						
----------	----	-------	----------	----------	------	------------	-------	-------------	-------	---	----	--	--	--	--	--	--

Davida (511).

OCT. 21.	10.	57.25	+2.19,89	+ 4. 5,6	11:10	1.57.51,00	1,059	104. 4.15,0	0,870	n	34						
26.	10.	55.40	-1. 5,73	- 2.12,0	12:10	1.53.51,55	2,902	104.17.37,3	0,872	n	35						
Nov. 17.	9.	29.18	-3.11,23	- 0.30,0	12: 8	1.38.30,98	2,757	103.57.55,9	0,870	n	36						

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

	(1).	(2).	(3).	(4).	(5).
1903. JANV.	1,67.....	3,86	2	0,87	56
	13,67.....	3,76	2	2,13	57
	14,04.....	3,76	2	2,50	58
	19,71.....	3,87	2	2,79	59
	26,79.....	4,23	3	4,54	60
	28,87.....	3,77	3	1,25	61
	31,87.....	4,14	2	4,25	62
FÉVR.	7,79.....	4,08	6	0,41	63
	17,86.....	4,09	3	5,15	64
	20,78.....	3,96	2	2,70	65
	23,81.....	4,07	2	0,35	66
	26,86.....	4,03	2	3,40	67
MARS	2,87.....	4,08	3	2,03	68
	5,06.....	4,05	2	4,22	69
	16,87.....	4,30	3	5,33	70
	23,83.....	3,74	2	1,54	71
AVRIL	1,79.....	4,02	2	5,12	72
	6,83.....	3,88	2	4,79	73
MAI	3,87.....	4,23	2	5,03	74
JUIN	27,90.....	4,01	2	1,02	75
AOUT	16,80.....	3,88	2	2,63	76
	19,85.....	4,08	9	0,31	77
SEPT.	4,82.....	4,13	2	0,20	78
	10,85.....	4,00	6	0,85	79
	13,86.....	4,02	3	3,86	80
	15,86.....	4,06	2	0,48	81
	17,85.....	3,85	2	2,47	82
	18,84.....	3,92	2	3,46	83
	20,80.....	4,08	2	0,05	84
	30,78.....	4,10	3	4,70	85
OCT.	17,80.....	4,15	4	0,22	86
	26,73.....	3,93	4	3,81	87

En groupant les observations par rapport aux phases, on obtient les moyennes suivantes :

Phase.	Grandeur.	O. — C.	Numéros.	Phase.	Grandeur.	O. — C.	Numéros.
j				j			
0,05	4,13	—0,03	31, 35, 55, 84	1,27	3,80	+0,02	11, 48, 61
0,20	4,20	+0,01	7, 78, 86	1,43	3,80	+0,05	12, 13
0,33	4,17	+0,02	25, 66, 77	1,59	3,69	—0,03	21, 33, 71
0,44	4,10	—0,02	29, 43, 63, 81	2,04	3,83	+0,03	44, 46, 68
0,82	4,04	+0,05	20, 27, 49, 79	2,14	3,81	—0,01	37, 39, 57
0,92	3,84	—0,06	16, 56	2,47	3,90	0,00	22, 58, 82
1,02	3,91	+0,03	17, 32, 75	2,71	3,90	—0,02	59, 65, 76

Positions des étoiles de comparaison.

★	M moy. 1907,0.	Réd. au j.	(M moy. 1905,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	22.59. 2,48	+2,87	+ 3.18.29,7	+19,9	Br. A. 3046.
2.	22.59.14,36	+2,87	+ 2.46.56,8	+20,1	$\frac{1}{2}$ (A. G. Albany 7960 + Par ₂).
3.	22.59.28,07	+2,87	+ 3. 1.54,5	+20,1	A. G. Albany 7961.
4.	22.55.23,13	+2,88	+ 1.53.53,6	+20,5	A. G. Albany 7936.
5.	22.51.50,64	+2,86	+ 0.56.38,0	+20,7	A. G. Nicolajew 5745.
6.	22.52. 3,20	+2,86	+ 1. 6. 8,7	+20,7	A. G. Nicolajew 5747.
7.	22.45.49,82	+2,80	— 1. 4.52,7	+20,8	A. G. Nicolajew 5731.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial Gautier de 0^m,38 d'ouverture),

PAR M. CHARLOIS.

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta M.$	$\Delta P.$	N. de c.	M app.	log f. p.	P app.	log f. p.	★
(106) Dione.									
1905.	h m s	m s			h m s				
Mai 1.	10.21.22	+0.54,09	+ 0.31,0	15: 5	12.32.13,40	2,671	88.37.38,7	0,773 <i>n</i>	1
2.	9.14.13	+0.26,26	— 1. 7,5	10: 5	12.31.45,56	2,835 <i>n</i>	88.36. 0,2	0,773 <i>n</i>	2
3.	8.48.52	—0. 1,68	— 2.41,9	10: 5	12.31.17,62	1,030 <i>n</i>	88.34.25,7	0,774 <i>n</i>	3
(163) Erigone.									
Mai 1.	10.51.31	+1.57,28	— 0.55,2	14: 5	12.54.45,15	2,788	90. 1.34,2	0,785 <i>n</i>	4
2.	9.43.14	—0. 5,95	+ 2.55,6	15: 5	12.54.11,54	2,752 <i>n</i>	89.57.58,2	0,785 <i>n</i>	5
3.	9. 8.19	—0.39,14	— 0.36,9	10: 5	12.53.38,34	1,050 <i>n</i>	89.54.25,6	0,784 <i>n</i>	6
(198) Ampella.									
Avril 7.	9.10.57	—1.17,68	+ 4. 5,0	15: 5	10.44.24,08	2,768 <i>n</i>	96.14.30,4	0,829 <i>n</i>	7
(250) Bettina.									
Mai 8.	9.36.36	+2.29,19	— 2. 6,8	12: 4	12.27. 1,31	2,403	90.40.39,1	0,790 <i>n</i>	8
31.	9.58.55	—3.36,75	+ 1.56,5	12: 6	12.22.42,05	1,364	91.34.34,3	0,795 <i>n</i>	9
(270) Anahita.									
Févr. 3.	9.13.47	—2.54,16	— 1.24,8	15: 5	8.24.24,68	1,399 <i>n</i>	73.55. 5,0	0,643 <i>n</i>	10
6.	10. 5.54	—1.13,63	— 3.36,7	15: 5	8.21.10,00	1,130 <i>n</i>	73.44.30,9	0,616 <i>n</i>	11
8.	9.59. 3	+1.55,69	+ 5.33,7	12: 4	8.19. 6,56	1,106 <i>n</i>	73.37.48,4	0,613 <i>n</i>	12
10.	10.23.43	—0. 4,73	— 1. 5,9	15: 5	8.17. 6,14	2,792 <i>n</i>	73.31. 8,8	0,607 <i>n</i>	13

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. de c.	Rapp.	log f. p.	P app.	log f. p.	*
(276) Adelheid.									
1903.	h m s	m s			h m s				
Mai 30.	11.21.35	+0.40,06	+ 0.47,3	10: 5	16.39.34,72	2,936 n	92.33.20,5	0,804 n	14
31.	10.59.36	-0.11,97	+ 0.31,3	12: 6	16.38.49,53	1,071 n	92.27.38,9	0,803 n	15
Juin 2.	11.10.37	-1.44,02	-10.39,5	12: 8	16.37.17,50	2,906 n	92.16.27,9	0,802 n	16
(286) Iclea.									
Juin 26.	10.52.49	+0.46,69	- 2.55,7	12: 6	15.55.33,14	1,136	85.54.57,6	0,751 n	17
28.	10.53.20	+0.38,80	+ 5.47,4	11: 6	15.54.42,25	1,184	86. 3.33,2	0,753 n	18
(334) Chicago.									
Avril 25.	10.52.55	-0.43,59	+ 3.55,3	10: 5	14. 4.47,71	1,037 n	96.10.39,2	0,827 n	19
Mai 3.	9.47.51	-2. 3,90	+ 4.45,3	15: 5	13.59.19,30	1,202 n	95.43.47,4	0,823 n	20
(345) Tercidina.									
Juin 2.	10.38.27	-2.51,06	+ 0.58,7	12: 8	16.16. 7,14	1,012 n	101.41.29,5	0,859 n	21
(371) Bohemia.									
Févr. 3.	10. 4.59	+0.48,21	- 4.42,0	10: 5	8.45.10,99	1,293 n	77.24.10,9	0,660 n	22
6.	9. 0. 5	+2.19,93	+ 4.45,7	14: 5	8.42.23,03	1,443 n	77.18.57,6	0,686 n	23
7.	10. 5.22	+1.21,38	+ 2.53,0	9: 5	8.41.24,48	1,208 n	77.17. 4,9	0,665 n	24
(382) Dodona.									
Févr. 1.	9.39. 6	+1.19,70	+ 1. 2,9	12: 6	8.37.29,02	1,396 n	70. 1.11,8	0,590 n	25
2.	9.11. 4	+0.25,87	- 0. 6,6	9: 5	8.36.35,20	1,456 n	70. 0. 2,3	0,604 n	26
3.	10.45.45	+0.40,30	- 1. 0,6	10: 5	8.35.36,66	1,041 n	69.58.49,1	0,556 n	27
(383) Janina.									
Févr. 7.	10.54.18	-1. 4,90	- 2.19,5	10: 5	8.10.17,99	2,118 n	67.45. 5,4	0,506 n	28
8.	9. 3.19	-1.46,23	- 4.46,0	15: 5	8. 9.36,66	1,340 n	67.42.38,9	0,543 n	29
10.	9. 5.23	-2.21,99	+ 5. 7,6	11: 4	8. 8. 9,53	1,298 n	67.37.35,0	0,534 n	30
(386) Siegena.									
Juin 22.	10.17.33	+0.44,88	+ 5. 1,7	11: 5	15.42.37,04	2,830	82.25.53,6	0,716 n	31
26.	10.26.20	+2.27,25	- 8.17,1	12: 8	15.40.44,72	1,067	82.37.33,2	0,719 n	32
27.	10.13.21	+2. 2,14	- 4.57,9	12: 8	15.40.19,60	1,003	82.40.52,3	0,720 n	33
28.	9.59.51	+1.38,10	- 1.28,1	12: 8	15.39.55,56	2,923	82.44.22,0	0,720 n	34

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

19

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta \vartheta.$	N. de c.	$R_{app.}$	$\log f. p.$	$\vartheta_{app.}$	$\log f. p$	*
--------	----------------	-------------	---------------------	----------	------------	--------------	--------------------	-------------	---

(471) (1901 GN).

1907.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	n
MI 25.	11.18.52	—0. 5.09	—	1.43.7	15: 5	13.46.50.29	1.27.1		84.48.57.0	0.75.1	n	35
30.	10.29. 7	—0. 3.32	+	2. 1.9	10: 5	13.44.30.27	1.14.2		85. 0.54.1	0.72.6	n	36
31.	10.21. 3	—0.28.40	+	1.48.2	10: 6	13.44. 5.19	1.138		85. 3.40.3	0.743	n	37

(487) Venetia.

APRIL 7. 11. 1.39 — 1. 5,83 — 0.13,3 10: 5 11.46.32,12 2,504 73.37.15,2 0,607 n 38

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. auj.	P moy. 1903,0.	Réd. auj.	Autorités.
1.	8,7	12.31.17,75	+1,56	88.36.59,7	+ 8,0	Albany 4521.
2.	"	"	+1,55	"	+ 8,0	Id.
3.	"	"	+1,55	"	+ 7,9	Id.
4.	9,5	12.52.46,23	+1,64	90. 2.21,9	+ 7,5	½ (Mun ₁ 8706 + Mun ₂ 4686).
5.	9,0	12.54.15,85	+1,64	89.54.55,2	+ 7,4	Nicolajew 3501.
6.	"	"	+1,63	"	+ 7,3	Id.
7.	8,3	10.45.40,34	+1,42	96.10.11,6	+13,8	Strasbourg, 2 obs.
8.	8,8	12.24.30,60	+1,52	90.42.27,5	+ 8,4	Nicolajew 3423.
9.	9,0	12.26.17,45	+1,35	91.32.30,6	+ 7,2	Nicolajew 3425.
10.	8,0	8.27.17,57	+1,27	73.56.17,7	+12,1	Berlin A 3389.
11.	8,8	8.22.22,35	+1,28	73.47.55,5	+12,1	Berlin A 3342.
12.	7,0	8.17. 9,59	+1,28	73.32. 2,6	+12,1	Berlin A 3308.
13.	"	"	+1,28	"	+12,1	Id.
14.	8,5	16.38.52,54	+2,12	92.32.36,8	— 3,6	Strasbourg, 3 obs.
15.	8,0	16.38.59,37	+2,13	92.27.11,3	— 3,7	Strasbourg, 2 obs.
16.	"	"	+2,15	"	— 3,9	Id.
17.	9,0	15.54.44,37	+2,08	85.57.58,9	— 5,6	Albany 5330.
18.	8,8	15.54. 1,38	+2,07	85.57.51,5	— 5,7	Albany 5326.
19.	7,0	14. 5.29,48	+1,82	96. 6.38,8	+ 5,1	Strasbourg, 3 obs.
20.	8,8	14. 1.21,35	+1,85	95.38.57,0	+ 5,1	Strasbourg, 2 obs.
21.	7,0	16.18.55,94	+2,26	101.40.33,5	— 2,7	½ (Mun ₁ 12516 + Schj. 5788).
22.	8,0	8.44.21,51	+1,27	77.28.40,7	+12,2	Leipzig I 3551.
23.	8,9	8.40. 1,81	+1,29	77.13.59,6	+12,3	Leipzig I 3525.
24.	"	"	+1,29	"	+12,3	Id.
25.	8,4	8.36. 8,06	+1,26	69.59.57,0	+11,9	Berlin B 3505.
26.	"	"	+1,27	"	+11,9	Id.
27.	7,1	8.34.55,09	+1,27	69.59.37,8	+11,9	Berlin B 3490.
28.	8,4	8.11.21,60	+1,29	67.47.13,5	+11,4	Berlin B 3322.
29.	"	"	+1,29	"	+11,4	Id.

★	Gr.	Moy. 1905,0.	Réd. auj.	Q _{moy} 190,0.	Réd. auj.	Autorités.
30.	8,3	8.10.30,23 ^{h m s}	+1,29 ^a	67.32.16,1	+11,3	Berlin B 3314.
31.	5,5	15.41.50,15	+2,01	82.20.57,2	— 5,3	$\frac{1}{2}$ (Leipz. II 7083 + Wash. 307)
32.	8,8	15.38.15,48	+1,99	82.45.55,9	— 5,6	Leipzig II 7057.
33.	»	»	+1,98	»	— 5,7	Id.
34.	»	»	+1,98	»	— 5,8	Id.
35.	10,5	13.46.53,69	+1,69	81.50.38,1	+ 2,6	Anon. rapp. à Leipzig II 651
36.	8,0	13.44.31,93	+1,66	84.58.50,0	+ 2,2	Leipzig II 6513.
37.	»	»	+1,66	»	+ 2,1	Id.
38.	8,2	11.47.36,51	+1,43	73.37.20,2	+ 8,3	Berlin A 4544.

LA VARIABLE δ CÉPHÉE;

PAR H.-E. LAU.

Les observations suivantes de la variable δ Céphée ont été faites par la méthode décimale à l'aide d'une jumelle ordinaire. Les grandeurs des étoiles de repère sont : ζ Céphée = 3^{re}, 62; ε Céphée = 4^{re}, 23. Le Tableau ci-dessous résume les détails des observations : La colonne (1) donne le temps moyen de Paris, (2) la grandeur observée de la variable, (3) le nombre des taxations, (4) les phases de la variation comptées à partir du minimum calculé tiré de l'éphéméride de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, (5) un numéro de référence.

Observations de δ Céphée.

	(1).	(2).	(3).	(4).	(5).
1902. Nov.	17,73.....	3,93	6	3,06 ^j	1
	17,87.....	3,83	6	3,20	2
	18,68.....	4,21	7	4,01	3
	18,82.....	3,91	8	4,15	4
	19,71.....	4,08	17	5,04	5
	19,86.....	4,08	8	5,19	6
	20,22.....	4,33	3	0,18	7
	23,20.....	3,74	4	3,16	8
	23,70.....	3,86	2	3,66	9
	23,80.....	3,96	8	3,76	10
	26,70.....	3,76	15	1,28	11

OBSERVATIONS DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial Gautier de 0^m,76 d'ouverture);

PAR M. JAVELLE.

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. dec.	R app.	log f. p.	P app.	log f. p.	*
Comète Brooks (1904 I).									
1904.	h m s	m s	' "		h m s		' "		
AVRIL 5.	11. 2.49	-3.50,41	+ 0. 5,2	11: 8	8. 8.55,90	1,828	31.57.39,4	1,418 <i>n</i>	1
6.	10.43.55	+5.21,25	- 2. 7,0	12:10	8. 8. 4,12	1,807	32. 8.52,7	2,048 <i>n</i>	2
7.	10.26.47	+4.25,24	+ 5. 0,0	12:10	8. 7.14,11	1,786	32.20.22,8	1,289	3
8.	10.36.58	-2. 8,10	- 4.43,0	12:10	8. 6.26,51	1,806	32.31.46,5	1,028 <i>n</i>	4
Comète Giacobini (1904 II).									
AVRIL 4.	9.24.28	+0.14,86	+ 7.37,7	18:10	23.47.55,49	1,602	24.53. 5,0	0,882 <i>n</i>	5
5.	8.25.32	-0.50,81	- 3.59,8	17:16	23.51.52,61	1,795	24.52. 0,2	0,851 <i>n</i>	6
6.	8.31. 2	+3.14,16	- 4.55,7	12:10	23.55.57,58	1,782	24.51. 4,3	0,856 <i>n</i>	7
7.	9.13.34	+0.48,31	- 4.24,2	16:16	0. 0. 5,57	1,649	24.50.22,3	0,888 <i>n</i>	8
8.	9.52.50	-0.46,94	+ 2.33,2	12:12	0. 4. 9,93	1,455	24.49.45,4	0,908 <i>n</i>	9
28.	11.27.55	+1. 8,78	+ 2.33,6	5: 5	1.13.31,22	1,495 <i>n</i>	24.56.21,5	0,498	10
Mai 2.	9.28.20	-1. 5,18	+ 3.58,6	18:10	1.24.59,59	1,519	24.59.26,2	0,907 <i>n</i>	11
Comète Borrelly (1905 II).									
AVRIL 5.	9.53.38	-0.19,89	+ 0.42,5	19:13	5.16. 5,18	1,761	46.52. 7,7	0,587 <i>n</i>	12
6.	9.54.28	-1. 9,26	- 1.22,6	12:10	5.19.39,54	1,763	46.41.19,5	0,589 <i>n</i>	13
7.	8. 4. 2	-0.55,83	- 3.31,8	12:12	5.22.58,54	1,684	46.32. 1,9	0,283 <i>n</i>	14
8.	8.51.13	+0.53,18	+ 1. 2,2	12:10	5.26.40,74	1,735	46.22.13,7	0,437 <i>n</i>	15
Comète Giacobini (1905 III).									
MARS 27.	8. 8. 6	-1. 4,76	- 7.33,2	14:14	5.47.41,28	1,444	77.49.58,8	0,689 <i>n</i>	16
28.	8. 6.34	+4.21,51	- 1.22,8	15:10	5.51.12,41	1,442	76.36.49,1	0,676 <i>n</i>	17
29.	9.24.33	+2.36,75	- 0.18,0	15:10	5.55. 0,65	1,575	75.19.33,0	0,701 <i>n</i>	18
30.	8. 2.11	-0.44,64	- 0.26,6	16:16	5.58.29,63	1,435	74.10.25,9	0,649 <i>n</i>	19
AVRIL 3.	8.22. 2	+0.26,11	- 3.57,5	17: 9	6.14. 3,60	1,495	69.19. 7,1	0,605 <i>n</i>	20
4.	8.15.21	-2. 4,86	- 0.17,6	15:10	6.18. 7,73	1,483	68. 8. 6,7	0,585 <i>n</i>	21
5.	9.19.18	+1.26,94	- 0.53,9	15:10	6.22.28,46	1,591	66.54.14,0	0,626 <i>n</i>	22
6.	9.21.57	+4.33,25	+ 2.53,5	12:10	6.26.44,01	1,598	65.44. 9,5	0,617 <i>n</i>	23
7.	8.29.37	+1. 0,49	- 3.58,1	12: 8	6.30.53,91	1,523	64.37.32,3	0,548 <i>n</i>	24
8.	9.16.26	+1.24,68	- 4. 1,6	12:10	6.35.27,99	1,598	63.27.11,7	0,585 <i>n</i>	25
28.	9.32.24	+0. 3,13	+ 2. 7,3	18:10	8.20.34,81	1,683	45.51.51,9	0,245 <i>n</i>	26
Mai 2.	10.21.47	-0. 9,20	+ 3.47,0	18:10	8.44.44,58	1,745	43.46.27,6	0,345 <i>n</i>	27
29.	9.35.35	-1. 8,21	- 0.30,9	18:10	11.18.10,88	1,631	40.51.43,2	1,475 <i>n</i>	28

Dates.	T. m. de Nicc.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. de c.	R. app.	log f. p.	P app.	log f. p.
1905.	h m s	m s	s		h m s		s	
Mai 30.	10.26.13	-1.28.88	-6.50.4	15.15	11.23.9.33	1.719	41.1.39.4	0.045 n
31.	9.44.17	+4.4.19	-2.52.2	15.15	11.27.44.70	1.644	41.11.52.8	1.654 n
Juin 2.	9.42.30	-4.5.72	-6.40.9	15.15	11.36.57.12	1.634	41.34.49.8	1.666 n
3.	9.45.53	+0.52.75	-0.19.0	15.14	11.41.28.75	1.639	41.47.18.8	1.733 n
7.	10.16.19	-4.39.26	+1.48.6	15.15	11.58.41.70	1.683	42.43.38.2	0.040 n
20.	9.48.23	-0.45.67	-3.53.1	20.10	12.46.42.59	1.611	46.31.26.7	0.090 n
21.	9.52.28	+2.16.93	+1.21.0	18.10	12.49.58.72	1.618	46.51.0.0	0.129 n
22.	9.55.34	+1.32.72	+1.41.5	18.10	12.53.12.09	1.622	47.10.47.8	0.157 n

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R. moy. 1905.0.	Réd. au j.	P moy. 1905.0.	Réd. au j.	Autorités.
		h m s	s	s		
1.	6,2	8.12.45,57	+0,74	31.57.37,2	-3,0	Helsingfors-Gotha 5486.
2.	8,6	8.2.42,17	+0,70	32.11.2,8	-3,1	Helsingfors-Gotha 5400.
3.	9,0	8.2.48,21	+0,66	32.15.26,0	-3,2	Helsingfors-Gotha 5403.
4.	7,7	8.8.33,98	+0,63	32.36.32,8	-3,3	Helsingfors-Gotha 5447.
5.	9,1	23.47.41,98	-1,35	24.45.21,2	+6,1	Helsingfors-Gotha 14460.
6.	9,1	23.52.44,73	-1,31	24.55.53,5	+6,5	Helsingfors-Gotha 14536.
7.	9,1	23.52.44,73	-1,31	24.55.53,5	+6,5	Helsingfors-Gotha 14536.
8.	9,5	23.59.18,57	-1,31	24.54.40,0	+6,5	Helsingfors-Gotha 14640.
9.	7,5	0.4.58,18	-1,31	24.47.5,7	+6,5	Helsingfors-Gotha 51.
10.	7,6	1.12.23,51	-1,07	24.53.39,0	+8,9	Helsingfors-Gotha 1099.
11.	9,3	1.26.5,80	-1,03	24.55.18,2	+9,4	Helsingfors-Gotha 1296.
12.	9,0	5.16.25,30	-0,23	46.51.23,4	+1,8	Bonn 4400.
13.	6,8	5.20.49,03	-0,23	46.42.40,3	+1,8	Bonn 4453.
14.	8,8	5.23.54,60	-0,23	46.35.31,9	+1,8	Bonn 4493.
15.	9,0	5.25.47,80	-0,24	46.21.9,7	+1,8	Bonn 4521.
16.	8,8	5.48.45,92	+0,12	77.57.20,0	+12,0	Leipzig I 1868.
17.	8,8	5.46.50,80	+0,10	76.38.0,4	+11,5	Leipzig I 1848.
18.	8,2	5.52.23,79	+0,11	75.19.40,4	+10,6	Leipzig I 1913.
19.	8,7	5.59.14,15	+0,12	74.10.41,8	+10,7	Berlin A 1883.
20.	8,5	6.13.37,37	+0,12	69.22.55,5	+9,1	Berlin B 2304.
21.	8,9	6.20.12,47	+0,12	68.8.15,6	+8,7	Berlin B 2375.
22.	9,0	6.21.1,40	+0,12	66.54.59,6	+8,3	Berlin B 2384.
23.	9,1	6.22.10,63	+0,13	65.41.8,2	+7,8	Berlin B 2398.
24.	9,3	6.29.53,29	+0,13	64.41.23,0	+7,4	{ B. D. + 25°, 1332 rapportée Cambridge (Angl.) 3315.
25.	9,0	6.34.3,18	+0,13	63.31.6,3	+7,0	Cambridge (Angl.) 3405.
26.	8,5	8.20.31,50	+0,18	45.49.44,8	-0,2	Bonn 6590.
27.	7,8	8.44.53,57	+0,21	43.42.42,0	-1,4	Bonn 6809.
28.	7,2	11.19.18,58	+0,51	40.52.20,8	-6,7	Bonn 8021.
29.	9,4	11.24.37,68	+0,53	41.8.36,7	-6,9	Bonn 8067.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

29

★	Gr	$\bar{R}$ moy. 1903,0.	Réd. au J.	$\bar{P}$ moy. 1903,0.	Réd. au J.	Autorités.
		^h ^m ^s	^s	^h ^m ^s	^s	
30.	7,8	11.23.39,96	+0,55	41.14.52,0	— 7,0	Bonn 8052.
31.	4,0	11.41. 2,24	+0,60	41.41.37,9	— 7,2	γ Grande Ourse, <i>Berl. Jahrb.</i>
32.	7,8	11.40.35,40	+0,60	41.47.45,3	— 7,5	Bonn 8183.
33.	9,2	12. 3.21,30	+0,66	42.41.57,6	— 8,0	} B. D. + 47", 1930 rapportée à Bonn 8355.
34.	8,7	12.47.27,51	+0,75	46.35.29,1	— 9,3	
35.	8,2	12.47.41,04	+0,75	46.49.48,3	— 9,3	Bonn 8700.
36.	8,8	12.51.38,62	+0,75	47. 9.15,6	— 9,3	Bonn 8728.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial Gautier de 0^m,76 d'ouverture);

PAR M. SIMONIN.

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. dec.	$\bar{R}$ app.	log f. p.	$\bar{P}$ app.	log f. p.	★
(71).									
1915.	^h ^m ^s ^m ^s				^h ^m ^s				
JANV. 20.	9. 2.12 +4.30,90 — 2.19,0	12: 8	7.40.19,10	1.529 <i>n</i>	54.15.42,0	0,318 <i>n</i>	1		
21.	10.23.38 +3. 8,41 + 2.41,0	12: 8	7.38.56,61	1.217 <i>n</i>	54.20.41,9	0,143 <i>n</i>	2		
(78).									
JANV. 21.	9.28.34 +3.58,37 — 2.27,9	9: 6	6.20.21,45	1.048 <i>n</i>	55.14.47,1	0,157 <i>n</i>	3		
(164).									
AVRIL 13.	11. 6.13 —0. 0,99 — 1. 1,2	18:10	13.24.10,53	1.021 <i>n</i>	65.54.43,9	0,481 <i>n</i>	4		
15.	10.39. 1 —1.51,36 — 4.11,7	15:10	13.22.20,17	1.146 <i>n</i>	65.51.32,9	0,488 <i>n</i>	5		
(249).									
JANV. 13.	9.45. 6 +1.23,66 + 2.12,1	15:10	7.48.36,68	1.495 <i>n</i>	57.35.33,4	0,387 <i>n</i>	6		
14.	9.51.18 +0. 3,74 + 3. 8,9	17:10	7.47.16,78	1.466 <i>n</i>	57.36.30,1	0,369 <i>n</i>	7		
(270).									
JANV. 20.	10. 4.29 +0.43,14 — 1.43,5	13: 6	8.40. 5,04	1.447 <i>n</i>	74.44.41,8	0,660 <i>n</i>	8		
(280).									
MARS 25.	9.39. 6 +0.29,74 — 4.51,6	18:10	11.24.18,83	1.233 <i>n</i>	87.31.40,4	0,766 <i>n</i>	9		
27.	10.31.30 +3. 0,77 — 3.34,2	12: 8	11.22.54,63	2.769 <i>n</i>	87.19.31,6	0,763 <i>n</i>	10		
28.	9.54.42 +1.45,03 + 2.29,6	15:10	11.21.15,64	1.073 <i>n</i>	87.13.48,2	0,761 <i>n</i>	11		

Dates. T. m. de Nice. ΔR . $\Delta \varphi$. N. dec. R app. log f. p. φ app. log f. p.

(369).

1905.	h	m	s	m	s	''	h	m	s						
MARS 30.	10.10.	2	+3.12,62	—	2.2,0	12.8	12.16.29,33	1,263	n	71.0.19,0	0,584	n	1		
AVRIL 12.	10.20.16	+0.39,03	—	2.52,2	16.8	12.6	12.6.3,55	2,669	n	70.27.27,0	0,556	n	1		
13.	8.54.46	—0.1,10	—	3.42,6	18.10	12.5	12.5.23,41	1,303	n	70.26.36,5	0,583	n	1		
15.	8.44.36	—1.23,77	—	4.48,0	15.10	12.4	12.4.0,73	1,306	n	70.25.30,8	0,583	n	1		

(487).

MARS 23.	10.30.3	+0.2,95	+3.53,6	18.10	11.58.	1,01	1,204	n	74.45.30,7	0,633	n	1			
25.	8.15.29	—1.30,31	—7.13,1	12.8	11.56.27,75	1,547	n	74.34.23,9	0,686	n	1				
28.	9.11.47	+1.45,81	+0.43,1	15.10	11.54.0,95	1,406	n	74.18.6,1	0,647	n	1				

(494).

AVRIL 12.	11.5.40	—0.24,27	—2.11,8	20.10	12.34.12,60	2,096	n	88.24.35,8	0,773	n	1				
13.	10.4.25	+1.55,96	—3.36,8	15.10	12.33.27,98	1,067	n	88.22.29,2	0,772	n	2				
15.	9.26.30	—3.55,34	+7.27,5	12.8	12.31.57,49	1,222	n	88.18.22,8	0,771	n	2				

(521).

MARS 25.	10.40.9	+2.19,26	+0.38,6	15.10	12.57.20,43	1,356	n	79.58.28,8	0,703	n	2				
28.	10.56.11	+1.18,08	—1.2,6	15.10	12.54.51,49	1,246	n	79.42.52,5	0,694	n	2				
30.	10.39.59	+0.35,01	+0.35,7	16.8	13.53.11,92	1,274	n	79.33.34,6	0,693	n	2				

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. suj.	φ moy. 1905,0.	Réd. suj.	Autorités.
1.	9,0	7.35.46,87	+1,33	54.17.50,5	+10,5	Lund 3951.
2.	"	"	+1,34	"	+10,4	Id.
3.	8,8	6.16.21,76	+1,32	55.17.7,4	+7,6	Leiden 2575.
4.	8,9	13.24.9,99	+1,53	65.55.38,3	+6,8	Berlin B 4798.
5.	"	"	+1,54	"	+6,3	Id.
6.	8,3	7.47.11,82	+1,20	57.33.9,8	+11,5	Leiden 3312.
7.	"	"	+1,22	"	+11,4	Id.
8.	8,7	8.39.20,76	+1,14	74.46.13,7	+11,6	Berlin A 3503.
9.	8,6	11.23.47,60	+1,49	87.36.20,9	+11,1	Albany 4288.
10.	8,1	11.19.52,37	+1,48	87.22.54,8	+11,2	$\frac{1}{2}$ (Albany 4265 + Paris 13936)
11.	9,2	11.20.29,13	+1,48	87.11.7,4	+11,2	Munich 6717.
12.	7,7	12.13.15,26	+1,45	71.2.12,5	+8,5	Berlin A 4636.
13.	9,3	12.5.23,08	+1,44	70.30.12,2	+7,0	$\frac{1}{2}$ (Berlin A 4610 + A. N., t. 102 p. 294).
14.	"	"	+1,43	"	+6,9	Id.
15.	"	"	+1,42	"	+6,6	Id.

★	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. au j.	Q moy. 1905,0.	Réd. au j.	Autorités.
		h m s	s	° ' "	"	
16.	8,8	11.57.56,62	+1,44	74.41.27,6	+ 9,5	$\frac{1}{2}$ (Berlin A 4589 + Paris 14709).
17.	"	"	+1,44	"	+ 9,4	Id.
18.	9,0	11.52.13,70	+1,44	74.17.13,8	+ 9,2	$\frac{1}{2}$ (Berlin A 4568 + Küstn. Zon.).
19.	9,3	12.34.35,27	+1,60	88.26.38,9	+ 8,7	$\frac{1}{2}$ (Albany 4532 + Küstn. Zon.).
20.	9,0	12.31.30,43	+1,59	88.25.57,2	+ 8,8	$\frac{1}{2}$ (Albany 4522 + Paris 15475).
21.	9,2	12.35.51,23	+1,60	88.10.46,8	+ 8,5	Albany 4536.
22.	6,7	12.54.59,71	+1,46	79.57.41,7	+ 8,5	Leipzig 4736.
23.	8,7	12.53.31,93	+1,48	79.43.46,7	+ 8,4	Leipzig 4731.
24.	9,2	12.52.35,41	+1,50	79.32.20,6	+ 8,3	Leipzig 4726.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

THE OBSERVATORY, A MONTHLY REVIEW OF ASTRONOMY,
Vol. XXVII. Année 1904.

Séances de la Société Royale astronomique.

(Il ne sera pas fait mention ici de diverses communications qui ont fait l'objet d'articles dans les *Monthly Notices* et par suite d'analyses dans une autre partie du *Bulletin*, n° de mai et de juillet, 1905).

Séance du 11 décembre 1903.

M. Saunder présente une copie photographique de la carte lunaire de Langrenus (1645) conservée à la Bibliothèque nationale de Paris, et fait ressortir l'intérêt historique de ce document.

L'Astronome Royal signale diverses photographies de comètes récentes obtenues à l'Observatoire de Greenwich et qui suggèrent d'utiles remarques au point de vue de l'origine des queues ou de leur classification.

MM. Maures Horner et Denning ont constaté une assez abondante apparition des Léonides dans la matinée du 16 novembre 1903. Il semble que les météores de ce groupe présentent au point de vue de la grandeur une homogénéité relative, et que l'éclat y varie dans des limites moins étendues que chez les Perséides et les Andromédides.

Les feuilles de la carte photographique de Harvard, obtenues avec une lentille à portraits de 1 pouce d'ouverture seulement, ont été exami-

nées par M. J.-C.-W. Herschel. L'uniformité paraît satisfaisante, au point de vue de la représentation des grandeurs, dans une étendue de $18''$ en diamètre.

Séance du 11 mars 1904.

Exposition, par l'Astronome Royal, d'un certain nombre de faits mis en lumière dans la préparation du Catalogue astrographique de la calotte boréale. Le premier volume, sur le point d'être publié, va de 64° à 72° de déclinaison et contient 80000 étoiles. Les doubles emplois sont évités par la méthode suivie à Greenwich, et qui consiste à mesurer en même temps les portions qui se recouvrent dans les deux séries de plaques. On espère que les mesures auront été conduites jusqu'au pôle à la fin de l'année 1904. Dès à présent elles font ressortir l'existence d'un maximum de densité stellaire à 76° de déclinaison. La réitération des mesures après que l'on a fait subir à chaque plaque une rotation de 180° dans son plan est pratiquée depuis 1896. Il a été reconnu qu'elle élimine d'une manière suffisante la personnalité de l'observateur, mais non les défauts propres à chaque cliché. L'accroissement de sensibilité des plaques au cours du travail est très appréciable. On peut dire que la 12° grandeur est aujourd'hui obtenue couramment en dix minutes de pose. Ce fait résulte de la mesure des diamètres photographiques dans certains champs d'étoiles étudiés photométriquement par le Professeur Pickering et le Professeur Hagen. Il y a également accord entre les deux méthodes en ce qui concerne l'accroissement du nombre des étoiles avec le chiffre qui représente la grandeur.

Séance du 8 avril 1904.

M. H. C. Plummer signale les effets de distorsion optique auxquels donne lieu le micromètre employé à l'Observatoire de l'Université d'Oxford pour la mesure des plaques astrographiques. La correction du tour de vis a été trouvée différente pour diverses parties du champ. M. Dyson a constaté un effet du même genre, mais moindre, en mesurant les photographies d'Éros prises à Greenwich. A Cambridge la distorsion n'est pas symétrique par rapport au centre et paraît due à un défaut de parallélisme entre l'échelle divisée sur verre et la plaque. La répétition des mesures après renversement de la plaque élimine à peu près complètement ces erreurs.

M. Lewis annonce la prochaine publication, dans les Mémoires de la Société, d'un catalogue d'étoiles doubles renfermant à peu près les mêmes objets que celui de W. Struve, mais donnant en plus la discussion d'un

grand nombre de mesures effectuées depuis. Une attention spéciale a été donnée aux mouvements propres, déduits d'observations méridiennes. Il est remarquable que, pour un très grand nombre de couples, la masse de la plus faible étoile semble être égale ou supérieure à celle de l'autre.

Séance du 13 mai 1904.

L'Astronome Royal, en exposant l'état d'avancement des mesures faites sur les photographies d'Eros, prises à Greenwich dans l'automne de 1900, montre que toutes les causes d'erreurs dues à l'appareil ont pu être analysées et pratiquement annihilées, en comparaison de l'erreur due à l'imperfection des images de la planète. A cet égard l'équatorial astrographique se montre sensiblement inférieur au télescope Thomson, dont la distance focale est deux fois plus grande. On peut fonder de très grandes espérances sur le résultat final.

Séance du 11 novembre 1904.

Le président exprime les regrets de la Société au sujet des pertes très sensibles qu'elle a faites récemment dans la personne du Capitaine Noble, de M. F. Mac Clean, du Dr Isaac Roberts.

L'analyse des erreurs constatées dans les longitudes tabulaires de la Lune a été reprise par M. Cowell, qui fait usage de séries ordonnées suivant les puissances ascendantes du temps. L'existence de coefficients sensibles pour les puissances élevées décelé des inégalités à courte période. Il y aurait un avantage sensible à porter de 273 à 340 ans la période du terme empirique considéré par M. Newcomb, mais aucun des deux chiffres n'a de fondement théorique.

Les études micrométriques de M. Saunder sur quatre clichés lunaires de l'Observatoire de Paris l'ont conduit à la formation d'un catalogue de 1434 positions dont l'erreur moyenne paraît notablement inférieure à 0",1. C'est un progrès énorme relativement à toutes les cartes antérieures, et même par rapport aux travaux récemment publiés du Dr Franz, où 308 points seulement sont donnés avec une précision comparable. Il est singulier que la différence systématique la plus prononcée se rencontre pour le cratère Moesting A, qui est justement l'un des mieux étudiés et des plus réguliers.

MM. Dyson et Thackeray présentent un travail sur la détermination de la précession et du mouvement solaire, d'après une comparaison entre les observations de Groombridge et les observations modernes de Greenwich.

Séances de la British Astronomical Association, 25 novembre 1903.

Diverses remarques sont présentées au sujet des taches solaires du mois précédent et de la perturbation magnétique exceptionnelle du 31 octobre. Il semble que les taches dont le spectre montre les lignes de l'hydrogène renversées ont sur l'aiguille aimantée une action particulièrement énergique.

M. Crommelin signale, à propos de la comète Borrelly, la ressemblance des formes de queues observées en 1902 et 1903.

Séance du 30 décembre 1903.

Conférence de Sir William Ramsay sur l'origine solaire des aurores boréales, sur les coïncidences partielles qui existent entre les spectres de l'aurore et du Krypton, d'une part, du radium et de l'hélium, de l'autre. L'analyse des émanations du radium montre que la matière s'y rencontre à deux états très différents. Chaque atome est accompagné de nombreux électrons, comme le Soleil d'essaims de météorites. Il semble qu'à partir d'un certain poids l'atome soit condamné à l'instabilité, de même qu'un système stellaire au delà d'une certaine dimension.

Le P. Cortie présente le dixième rapport de la Section solaire, relatif à l'année 1900.

Séance du 27 février 1904.

La question de la variabilité des nébuleuses a été discutée à l'occasion d'une note de M. Ellis sur la grande nébuleuse d'Orion. D'après MM. Wesley, Thwaites, Holmes, les photographies réunies depuis vingt ans n'ont manifesté de variabilité certaine dans aucune nébuleuse, et ont même fait envisager comme douteux des changements signalés comme certains sur la foi des dessins.

M. Maunder, après avoir projeté un certain nombre de photographies spectrales obtenues à l'observatoire Yerkes par MM. Hale et Ellerman, répond à diverses questions posées au sujet de l'interprétation de ces épreuves. M. Crommelin fait remarquer que les nuages de l'atmosphère solaire présentent des structures systématiquement différentes, suivant que l'on emploie, pour obtenir leur image, une raie du calcium ou une raie de l'hydrogène.

Séance du 30 mars 1904.

Les objections élevées par M. Stockwell contre l'hypothèse nébulaire de

Laplace font l'objet d'une discussion à laquelle prennent part MM. Lynn, Crommelin, Maunder. M. G.-F. Chambers signale les stations espagnoles présumées les plus favorables pour l'observation de l'éclipse totale du 30 août 1905.

Séance du 27 avril 1904.

Le compte rendu de la Section des étoiles variables est présenté par le Colonel Markwick. Un travail de M. E.-J. Newbegin sur les taches solaires d'avril donne lieu à une discussion sur l'emploi possible des petits spectroscopes, sur les exemples de coïncidences entre taches et protubérances. M. W.-H.-S. Monck, traitant du mouvement du Soleil dans l'espace, signale l'existence possible d'une rotation générale de la Voie lactée, dont il y aurait à tenir compte. Au sujet d'un travail de M^e Herkless, ayant pour titre : « Le bolomètre et le nouveau spectre », M. Maunder cite des faits récents d'où il résulte que les lacunes du spectre infrarouge ont absolument la même origine que les bandes et les raies du spectre visible.

Séance du 25 mai 1904.

La lecture d'une étude de M. Fowler sur les spectres du groupe d'Antarès (3^e et 4^e types stellaires de Secchi) provoque diverses observations de MM. Evershed, Hardcastle, Backhouse. Dans l'opinion de M. Fowler les spectres dont il s'agit dénotent une température basse, et leurs bandes sont dues à l'absorption par la vapeur du titaniu.

Séance du 29 juin 1904.

Discussion sur l'authenticité de divers rapports d'après lesquels les satellites de Jupiter auraient été aperçus à l'œil nu ou sans autre instrument qu'un miroir plan.

Séance du 26 octobre 1904.

Assemblée générale annuelle. M. Saunder, président sortant, après avoir rendu hommage aux membres disparus de l'Association, a exposé l'histoire de la photographie lunaire, depuis ses origines jusqu'à ses plus récents perfectionnements. M. A.-C.-D. Crommelin a été élu président pour l'année 1905.

Congrès de l'Association Britannique à Cambridge en août 1904.

Le discours du président, M. A.-J. Balfour, était intitulé : « Réflexions

suggérées par la nouvelle théorie de la matière ». Le Professeur Horace Lamb a passé en revue l'œuvre scientifique de Stokes. Le Professeur Wien, de Würzburg, a rendu compte d'expériences inspirées par les miroirs tournants de Foucault et qui permettront sans doute de décider si l'éther est entraîné dans le mouvement de la Terre. La question de savoir si l'extension des spectres stellaires dans l'ultra-violet doit être interprétée comme le signe d'une température élevée a fait l'objet d'une discussion à laquelle ont pris part Sir N. Lockyer, M. Newall, les Professeurs Lummer, Kayser et Schuster. Les travaux préparatoires qui pourraient être entrepris dès maintenant en vue des prochaines oppositions d'Éros (en 1931 et 1938) ont été signalés par Sir David Gill, qui a insisté par la même occasion sur divers problèmes connexes à la parallaxe solaire et sur le parti à tirer d'anciennes observations faites à Oxford et non encore réduites. Un rapport du D^r Shaw, tendant à un changement des échelles en usage pour les baromètres et les thermomètres, ne semble pas avoir rencontré un accueil bien favorable.

Séances de la Société Royale météorologique, 16 décembre 1903.

Exposition, par M. W. Mariott, de l'œuvre météorologique de J. Glaisher, fondateur de la Société.

Séance du 20 janvier 1904.

Assemblée générale annuelle. Le Capitaine D. Wilson-Barker, président, a traité de l'état présent de la météorologie océanique.

Séance du 17 février 1904.

Compte rendu par M. W.-H. Dines d'expériences faites sur la côte occidentale d'Écosse, à l'aide de cerfs-volants, pour évaluer la marche de la température avec l'altitude.

Séance du 16 novembre 1904.

Il résulte d'une statistique dressée par M. F.-J. Brodie que le nombre des jours de brouillard à Londres est resté, pour la période qui va de 1893 à 1903, fort au-dessous de la moyenne établie sur les 22 années précédentes de 1871 à 1892. Le cycle généralement reconnu des taches solaires ne semble pas pouvoir être invoqué comme cause principale.

Étude du Soleil.

Evershed (J.). — Les taches solaires et les perturbations magnétiques (p. 129).

Dans une lettre adressée aux éditeurs, M. Evershed suggère qu'il serait intéressant d'examiner si les différences de latitude entre taches solaires correspondent à des différences d'efficacité, en ce qui regarde l'action sur l'aiguille aimantée.

Denning (W.-F.). — Taches solaires (p. 162).

Un groupe de taches observé vers midi, le 22 janvier 1904, a montré des altérations rapides, sensibles dans l'intervalle de quelques minutes. L'auteur signale quelques traits de la structure des taches, tels qu'ils résultent de son expérience, et regrette que cette étude soit envisagée par les astronomes modernes sous un aspect trop exclusivement statistique. Des examens détaillés, prolongés plusieurs heures par jour, fourniraient certainement des résultats intéressants.

Evershed (J.). — Le spectrohéliographe Rumford de l'Observatoire Yerkes (p. 164).

Compte rendu des travaux de MM. Hale et Ellerman, exposés dans les *Publications de l'Observatoire Yerkes*, Volume III. Ces études, destinées à être reprises au mont Wilson, font entrevoir la possibilité de photographier les protubérances comme taches sombres sur tout le disque et sont en faveur des vues de M. Evershed, concernant la prédominance des lignes renforcées dans le spectre éclair.

Cortie (Rev. A.-L.). — Les spectres des taches solaires (p. 336).

Résumé de travaux poursuivis à l'Observatoire de Stonyhurst de 1883 à 1902. On a fait en général pour chaque tache l'étude détaillée d'une région du spectre comprise entre B et D et une revue sommaire pour déterminer les lignes les plus élargies. Ce sont presque toujours les faibles lignes du vanadium et du titanium qui ont montré les modifications les plus évidentes. La présence de l'oxygène et de la vapeur d'eau a été maintes fois soupçonnée, mais sans pouvoir être établie d'une façon certaine. Ces résultats sont à rapprocher de ceux qui ont été obtenus dans l'étude de certaines étoiles par M. Fowler, par Sir N. Lockyer et par le Professeur Hale.

Planètes, comètes et météores.

Denning (W.-F.). — La planète Jupiter (p. 55).

D'après les observations faites de mai à novembre 1903, la grande tache rouge a montré un ralentissement léger dans sa rotation, et une

tache plus australe, visible depuis le printemps de 1901, s'approche de la conjonction avec la première.

Saunders (S.-A.). — Un atlas photographique de la Lune (p. 92).

Analyse critique de l'ouvrage du Professeur Pickering, intitulé : *The Moon, a summary of the existing knowledge of our satellite, with a complete photographic atlas. One hundred illustrations.* Doubleday, Page and Co, New-York.

Denning (W.-F.). — Météores brillants vus à l'époque des Léonides en 1903 (p. 119).

Neuf de ces objets ont pu être identifiés dans plusieurs stations et leurs trajectoires réelles ont été calculées. Quatre d'entre eux n'appartiennent pas aux Léonides. M. Denning note, à ce propos, que l'apparition de météores très brillants émanant du Taureau ou du Bélier est chose assez fréquente vers le milieu de novembre.

Denning (W.-F.). — La durée de l'essaim des Perséides (p. 232).

Dans l'opinion de l'auteur cette famille de météores se manifeste certainement du 19 juillet au 16 août, et probablement du 7 juillet au 25 août.

Johnson (S.-J.). — Passages de Mercure en 1815 et 1835 (p. 238).

Dans une lettre aux éditeurs, M. Johnson appelle l'attention sur ce fait singulier qu'aucune observation de ces deux phénomènes n'a été publiée, bien qu'ils semblent avoir dû être très facilement aperçus, le premier aux États-Unis, le second dans l'Inde anglaise.

Denning (W.-F.). — Époques de bolides pendant la seconde moitié de l'année (p. 274).

Étude de la fréquence diurne des apparitions d'après les catalogues antérieurs, complétés par plusieurs centaines d'observations récentes.

Denning (W.-F.). — Points radiants des essaims secondaires visibles à l'époque des Lyrides, du 17 au 25 avril (p. 309).

La plupart de ces essaims sont très faiblement représentés, et leur origine ne pourra sans doute être éclaircie que par le concours simultané de plusieurs observateurs.

Denning (W.-F.). — Mouvement variable de la grande tache rouge sur Jupiter (p. 343).

La durée de rotation afférente à cette tache a été trouvée variable entre $9^h 55^m 41^s,7$ en 1899 et $9^h 55^m 39^s,3$ en 1904. M. Denning conjecture que la tache de la zone tempérée Sud, rejoignant la grande tache rouge, exerce une répercussion sur son mouvement.

Denning (W.-F.). — Réapparition de marques sur Jupiter (p. 368).

La comparaison de dessins relatifs à des époques très différentes a fait ressortir plusieurs cas de ressemblance frappante. Ces coïncidences pourront devenir très instructives, si l'on arrive à les relier par une chaîne continue d'observations.

Le neuvième satellite de Saturne (p. 401).

Compte rendu, d'après les *Annales de Harvard*, Vol. LIII, part. III, des laborieuses recherches photographiques qui ont abouti à la découverte de ce corps et à la constatation de son mouvement rétrograde. Le professeur W.-H. Pickering émet à ce sujet l'opinion hardie que, depuis la formation du satellite, les fortes marées annuelles dont le globe de Saturne était le siège ont complètement altéré la direction de l'axe polaire.

Denning (W.-F.). — Les météores de novembre 1904 (p. 450).

Étoiles et nébuleuses.

Clerke (Miss Agnès M.). — Une étoile à éclipses de longue période (p. 118).

L'étoile ϵ Cocher, signalée depuis longtemps comme variable irrégulière, a été reconnue double, d'après l'examen de son spectre, par le Dr Eberhard et le Dr Vogel. Plus récemment un autre membre de l'Observatoire de Postdam, le Dr Ludendorff, a conclu à une révolution de 54 ans, la durée des éclipses totales étant de 313 jours. Mais les observations ultérieures montrent un changement de vitesse radiale très rapide à la suite de l'éclipse. On est alors conduit à des chiffres tout à fait invraisemblables pour le grand axe et la masse du système. Ce cas est, au jugement de Miss Clerke, l'un des plus curieux qui se soient

encore présentés dans l'étude des étoiles doubles spectroscopiques. Dans une lettre adressée ultérieurement aux éditeurs (p. 201), le Dr Ludendorff formule d'importantes réserves au sujet de l'interprétation donnée par Miss Clerke pour ses mesures photométriques.

Gore (J.-E.). — Note sur quelques étoiles de Al Sufi (p. 122).

Les descriptions du ciel laissées par l'astronome persan Al Sufi au x^e siècle indiquent un certain nombre d'étoiles comme ayant diminué d'éclat. Toutes appartiennent à la 1^{re} et à la 2^{me} classe spectrale.

Johnson (S.-J.). — L'occultation d'Aldébaran par la Lune (p. 169).

Nombreux extraits de relations d'observateurs qui ont vu, soit dans une lunette, soit à l'œil nu, l'étoile se projeter sur le disque brillant de la Lune.

Gore (J.-E.). — Distribution stellaire (p. 170).

Un relevé des grandeurs a été fait sur une épreuve des Pléiades, due aux frères Henry, et reproduite dans l'Atlas stellaire de Klein. Le rapport du nombre des étoiles d'une grandeur donnée au nombre total des étoiles plus brillantes demeure constamment inférieur à 2 entre la 9^e grandeur et la 15^e, alors que le rapport théorique serait voisin de 4. L'expérience a porté sur 1281 étoiles, contenues dans un espace de 3 degrés carrés.

Dans une lettre aux éditeurs (p. 202), M. W.-H.-S. Monck revient sur le résultat de M. Gore. Il paraît certain que, dans le cas des Pléiades, la présence d'un groupe d'étoiles liées physiquement trouble les lois ordinaires de distribution. Parmi les étoiles qui tombent dans les limites de la carte, la grande majorité, jusqu'à la 12^e grandeur, fait partie intégrante de l'amas, mais il serait imprudent d'étendre cette conclusion jusqu'à la 15^e ou la 16^e grandeur.

Le spectre des étoiles du type d'Antarès (p. 197).

Résumé d'un mémoire de M. Fowler, lu devant la Société Royale le 3 mars 1904. Ces étoiles sont caractérisées par des bandes sombres nettement terminées vers le violet, dégradées vers le rouge. M. Fowler considère comme à peu près démontré que ces bandes sont dues à une absorption par la vapeur du titaniu ou d'un composé de titaniu et d'oxygène.

Les intervalles brillants doivent être regardés comme des effets de contraste.

Gore (J.-E.). — λ Andromède (p. 204).

Les données réunies au sujet de cette étoile, signalée comme double spectroscopique par le Professeur Campbell, paraissent indiquer que sa masse est seulement une petite fraction de celle du Soleil. Comme l'éclat est en même temps assez vif (4^e grandeur), on est fondé à penser que la parallaxe doit être mesurable.

Gore (J.-E.). — Les distances effectives entre deux étoiles (p. 234).

Le calcul des distances mutuelles peut être fait aisément pour des astres dont la parallaxe annuelle est connue. On trouve ainsi des couples comme Sirius et Procyon, η et μ Cassiopée, 61 Cygne, α Centaure, dans lesquels chaque étoile doit présenter pour l'autre un éclat très vif et une parallaxe importante.

Lewis (T.). — Quelques étoiles doubles intéressantes (p. 236).

Monck (W.-H.-S.). — Mouvements systématiques des étoiles fixes (p. 278).

Peut-on attribuer l'ensemble de ces mouvements à un déplacement du système solaire? M. Monck a tenté de résoudre cette question en se servant du catalogue de mouvements propres de M. Bossert. Si l'on cherche à partager le ciel en deux régions, l'une où dominent les ascensions droites croissantes, l'autre où les ascensions droites décroissantes l'emportent, on trouve que ces deux régions sont inégales et que le degré de prédominance n'est pas le même pour les deux. Il y aurait là l'indice de mouvements généraux et systématiques, pouvant donner le change sur la véritable translation du Soleil.

Clerke (Miss Agnès M.). — Étoiles doubles nébuleuses (p. 303).

Parmi les étoiles enveloppées de nébulosité, on peut en citer sept que le spectroscope a signalées comme doubles et animées de vitesses radiales considérables. Il est à peu près hors de doute qu'elles se meuvent dans un milieu de densité appréciable; mais, jusqu'à ce jour, la résistance de ce milieu n'a pas mis sensiblement en défaut les lois de Képler.

Lynn (W.-T.). — L'étoile nouvelle d'Ophiuchus en 1604 (p. 453).

Cet astre très brillant, observé par Képler et Fabricius, avait complè-

tement disparu en mars 1606. Depuis la région a été examinée par Chacornac, Hind, Winnecke dans le but de reconnaître s'il s'y trouverait une étoile variable. M. Lynn pense que l'enquête pourrait être reprise utilement avec l'aide de la photographie.

Météorologie et Géophysique.

Nash (W.-C.). — Chute de pluie et éclaircissement solaire en 1903 (p. 101).

L'année 1903 a été signalée à Greenwich par des précipitations tout à fait exceptionnelles, surtout pendant la saison d'été. L'éclaircissement solaire a un peu dépassé la moyenne, bien qu'il n'y ait eu aucun jour parfaitement serein.

Recherche internationale en magnétisme terrestre (p. 235).

Au mois de décembre 1903, l'Institution Carnegie a décidé de donner son appui financier à un programme élaboré par le Professeur Bauer, et comprenant l'étude magnétique des mers, de l'atmosphère, des régions inexplorées, l'enregistrement des variations séculaires par des méthodes uniformes. La moitié du subside sera employée, sous la direction du Professeur Bauer, à la réduction des observations anciennes, l'autre moitié aux recherches expérimentales. Cette organisation comble une lacune depuis longtemps ressentie.

Lynn (W.-T.). — La longitude et la variation magnétique (p. 276).

En 1721 un médecin anglais, Zachariah Williams, proposa de déterminer les longitudes en mer par l'observation de la variation magnétique. Cette méthode fut jugée inefficace par les astronomes les plus distingués de l'époque, notamment par Bradley. M. Lynn se demande si les progrès accomplis dans la connaissance du magnétisme terrestre ne permettraient pas aujourd'hui de mettre à profit l'idée de Williams.

Instruments et méthodes.

Hinks (A.-R.). — Éros et la parallaxe solaire (p. 97).

La méthode adoptée par M. Lœwy pour la discussion des clichés d'Éros (voir *The Observatory*, décembre 1903), comporte la détermi-

nation par des observations méridiennes d'un système de fondamentales et le calcul des positions absolues de la planète. M. Hinks pense que cette méthode laborieuse a peu de chances d'être généralement appliquée. Il aurait mieux valu publier les coordonnées rectangulaires mesurées et se contenter de positions relatives de la planète. L'essentiel, pour conclure la parallaxe, n'est pas de posséder des positions très exactes des étoiles de repère, mais d'obtenir sur ce point l'accord de tous les observatoires participants.

En réponse à l'article précédent, M. Dyson fait ressortir (p. 130) les avantages très appréciables de la marche préconisée par M. Læwy, notamment la faculté donnée à chaque observatoire de conduire le travail presque jusqu'au terme, en ce qui le concerne.

Dans une lettre subséquente (p. 207), M. Hinks annonce qu'il maintient ses conclusions, sans vouloir, pour le moment, rouvrir le débat.

Turner (H.-H.). — Quelques réflexions suggérées par l'application de la photographie à la recherche astronomique (p. 391, 442).

Dans cet article, reproduction d'une conférence faite au Congrès des arts et des sciences de Saint-Louis, le 21 septembre 1904, le Professeur Turner aborde de nombreuses questions d'un intérêt actuel. Les contributions apportées par la photographie à la science du Ciel dépendent surtout de trois qualités maîtresses : puissance, facilité, exactitude. Chacune d'elles a été mise en lumière par de mémorables exemples : enregistrement d'objets trop faibles pour être aperçus et même de leurs spectres, synthèse de nombreux détails que l'œil était obligé d'analyser, découvertes de petites planètes, manifestation de défauts cachés dans les pièces optiques et les mouvements d'horlogerie. Ces progrès, si rapides qu'ils semblent, l'auraient été plus encore si l'on avait dépensé, pour améliorer les instruments de précision, la même somme d'efforts et d'argent que pour renouveler l'outillage industriel.

Il devient urgent d'examiner comment on conservera et utilisera tous les documents recueillis. Les succès répétés du Professeur Pickering ne permettent plus de se limiter aux photographies qu'on est à même d'étudier et de discuter à mesure. D'autre part, bien peu d'établissements pourront aspirer à former des collections complètes. Les documents n'existeront qu'à un petit nombre d'exemplaires, l'essentiel est qu'ils soient rendus accessibles.

On ne se préoccupe pas assez de grouper les résultats, de les mettre sous une forme attrayante. Les corps scientifiques auront à trouver des moyens efficaces pour encourager des hommes distingués à entreprendre cette tâche, aussi nécessaire que les recherches originales.

Quand une entreprise exige une collaboration, il faut organiser celle-ci de manière à ne pas décourager les amateurs, ni même les observatoires de second ordre. Il existe une tendance dangereuse à concentrer dans un petit nombre de mains les ressources et les moyens de travail. Cette distribution inégale a déjà produit de fâcheux effets, notamment dans l'entreprise de la Carte internationale. Il est à craindre qu'une séparation trop prononcée ne s'établisse entre ceux qui accumulent les documents scientifiques et ceux qui les utilisent. La spécialisation, favorable en apparence au rendement, a déjà excédé la mesure désirable pour la vie intellectuelle.

Histoire et Biographie.

Maunder (E.-W.). — Sur une ancienne observation astronomique rapportée dans le livre de Josué (p. 57).

Lynn (W.-T.). — Galilée et Marius (p. 63).

L'accusation de plagiat portée à diverses reprises contre Simon Marius (ou Mayr), au sujet de la découverte des satellites de Jupiter, est sans fondement. Marius n'a point réclamé la priorité.

Whittaker (E.-T.). — Octave Callandreau (Notice biographique) (p. 128).

Lynn (W.-T.). — Peter Apian (p. 168).

Lynn (W.-T.). — Antoine Darquier (p. 171).

Favaro (Professeur A.). — Galilée et Marius (p. 199).

La lettre du professeur Favaro, motivée par l'article précédemment cité de M. Lynn (p. 63), porte sur le point secondaire de l'existence d'une correspondance sur ce sujet entre Képler et Galilée. Elle n'ajoute aucun élément de vraisemblance à l'accusation portée contre Simon Marius et réfutée par M. Lynn. (*Voir aussi Bull.*, XXI, p. 119.)

Hollis (H.-P.). — Le capitaine Noble (p. 298).

Franks (W.-S.). — Dr Isaac Roberts (p. 300).

Denning (W.-F.). — Schrœter et l'incendie de Lilienthal en 1813 (p. 312).

Lynn (W.-T.). — Hipparque et la précession des équinoxes (p. 347).

D'Arcy W. Thompson. — La théorie platonicienne des planètes (p. 363).

Lynn (W.-T.). — Thomas Streete (p. 369).

Lynn (W.-T.). — Le premier directeur de l'Observatoire de Sydney (p. 371).

Bryant (W.-W.). — La tradition du jour de Saint-Swithun (p. 409).

Lynn (W.-T.). — Les constellations formées par Bartsch et par Hévelius (p. 409).

Frank Mc. Clean — (Notice biographique) (p. 448).

P. P.

VARIÉTÉS.

CLAVIUS ET L'ASTROLABE ;

PAR M. JEAN MASCART.

[*Suite* (1)].

Bien que Ptolémée n'ait pas cité Hipparque à propos de l'Astrolabe, Synésius (v^e siècle), évêque de Ptolémaïde, nous dit qu'Hipparque en est le véritable inventeur; ce fait nous est encore rapporté par Proclus Diadochus. Mais, si l'idée de représenter une

(1) Voir *Bulletin astr.*, XXII, p. 86, 166, 215 et 494.

surface sphérique sur un plan appartient à l'astronome de Rhodes, Synésius s'attribue la gloire d'en avoir perfectionné la solution; disciple d'Hipatia, fille de Théon, cet évêque fit un discours à Péonius pour accompagner le don d'un astrolabe planisphère de son invention : si l'auteur ne fait aucune mention de Ptolémée, s'il dit que depuis Hipparque jusqu'à lui personne ne s'est occupé sérieusement de la question, c'est peut-être simplement qu'il veut rendre à son véritable initiateur, Hipparque, tout le mérite des écrits de Ptolémée. Cet ouvrage est d'ailleurs perdu et, en fait, Synésius ne semble guère avoir perfectionné le *Planisphère* ⁽¹⁾ qu'en y traçant les étoiles jusqu'à la 6^e grandeur. Proclus Diadochus, postérieur d'une centaine d'années, ne cite pas Synésius et, au reste, il ne nous apprend rien qui ne soit dans Ptolémée, dé mêlant même assez mal ce que celui-ci a réellement perfectionné après Hipparque; il dit notamment que, pour plus de clarté, Ptolémée trace les lignes horaires et les parallèles sur deux parties différentes de l'instrument, et l'on ne trouve pas chez Ptolémée un tel souci d'éviter la confusion, puisque lui-même n'était pas observateur; — mais, s'il reste là quelques obscurités, il le faut attribuer sans doute à ce que la traduction latine, faite d'après l'arabe, est assez mal écrite et souvent difficile à saisir.

Al-Mamoun, calife de Bagdad de 813 à 832, s'intéresse à la Science et impose comme condition de paix à l'empereur de Constantinople la remise d'un manuscrit de l'*Almageste*; il fit traduire Ptolémée et ordonna la mesure d'un arc de méridien, dont le résultat est plus loin de la vérité que celui d'Eratosthène.

Les Arabes, moins avancés que les Indiens, utilisent cependant comme eux des Tables de sinus — et non les Tables de cordes de Ptolémée. Ils eurent, d'ailleurs, comme observateurs, un grand mérite : ils ont compris la nécessité de faire des observations continues, tandis que les Grecs se sont généralement contentés d'en faire à certains moments critiques, notamment aux solstices

(1) On trouve le *Planisphère* de Ptolémée, avec celui de Jordan dont nous allons bientôt avoir à parler, dans une traduction latine faite à Toulouse, en 1536, par Rodolphe de Bruges, aidé sans doute par Robert de Catane. On verra, à cet égard, un intéressant planisphère imprimé peu après, à Venise, en 1558, avec un commentaire de Frédéric Commandin.

et aux équinoxes. Parmi les astronomes qui, pour lors, conservèrent les traditions de l'antiquité nous citerons rapidement : Aboul Wâfa [fin du x^e siècle ⁽¹⁾], à Bagdad, qui construit une Table de tangentes et en développe l'usage; Aboul Wâfa est un analyste délicat qui s'occupe d'améliorer les règles de calcul en vue de l'Astronomie, qui construit des Tables de sinus de 10' en 10' avec une erreur limite de $\frac{1}{60}$ et l'on peut lui attribuer —

ou du moins sûrement à l'un de ses contemporains — la remarquable propriété de la *proportionnalité des sinus* dans un triangle sphérique ⁽²⁾; Ibn Jounos (x^e siècle), et les figures qu'il emploie dans ses Tables astronomiques; Geber (Djâbir ibn Aflah, xi^e siècle), astronome original, essaye d'initier les Européens à sa conception de la Trigonométrie et d'introduire la Trigonométrie sphérique; Bhâskara indique, en 1150, une formule permettant d'obtenir la corde d'un arc donné.

Il est juste d'ajouter que l'un des problèmes qui préoccupent le plus les Arabes est la résolution de l'équation cubique à l'aide de radicaux carrés et cubiques, et, si la solution rigoureuse leur échappe, ils savent du moins la traiter numériquement : un de leurs anciens procédés sera repris, au xv^e siècle, par Olong Beg ⁽³⁾ et fournira une intéressante application pour la construction de Tables. Aboul Hhassan, né vers 1200, suppose, comme les Indiens, que l'année renferme 365 jours $\frac{1}{4}$ plus un centième; il traite des instruments astronomiques des Arabes, c'est-à-dire qu'il décrit surtout la multitude de leurs cadrans solaires : en effet, le principe des cadrans solaires que l'on construit aujourd'hui est entièrement dû aux Occidentaux, et son introduction ne date que de la publication, en 1531, de l'*Horologiographia* de Münster.

Les Persans, à la même époque, ne paraissent pas de bien dignes successeurs des Chaldéens; il possèdent l'astrolabe et le *bâton de Jacob*, mais leur savoir est assez limité et ils n'affichent pas un goût prononcé pour la recherche vraiment scientifique : ils ne

(1) On peut encore rapporter à l'histoire du développement scientifique pour cette époque : Albategnius, prince arabe du ix^e siècle, et Alfragan, au début du x^e.

(2) Voir H. G. ZEUTHEN, *loc. cit.*

(3) Prince tartare de Bagdad.

cultivent guère l'Astronomie que par amour de l'Astrologie, et leurs astrologues sont grassement payés.

Cependant l'histoire de l'Europe n'offre pendant longtemps que le spectacle du démembrement de l'empire romain et des querelles des princes qui disputaient ses dépouilles. Charlemagne fut le premier protecteur des Sciences : il joignit aux Belles-Lettres quelque teinture de l'Arithmétique et de l'Astronomie — mais tout cela dans la mesure qui convient à un conquérant né dans un siècle barbare. Le premier pas que l'on fit vers le renouvellement des connaissances fut la traduction des *Éléments d'Astronomie* d'Alfergan ⁽¹⁾; puis Jean de Sacro-Bosco ⁽²⁾ fit un abrégé de l'*Almageste* et des commentaires des Arabes : ce livre, longtemps fameux sous le nom de *Traité de la Sphère* ⁽³⁾, fut incontestablement le plus célèbre de son temps; toute la Science y était renfermée et ce fut le seul où l'on apprit l'Astronomie; il conserva sa réputation dans des temps plus éclairés, en tant qu'ouvrage élémentaire, et il est entièrement oublié de nos jours.

(¹) Voir la note p. 47.

(²) Sacro-Bosco, Sacro-Busto ou Sacroboschus, d'Halifax; né en 1190; ne pas confondre avec Holywood a Sacro-Bosco né à Dublin en 1550.

L'ouvrage imprimé bien connu, et que nous avons déjà signalé : *Historia Astronomiæ*, Io.-Frederici Weidleri (Vitembergæ, CIOCCCXLI, in-4° de 624 pages), cite (p. 278), d'après Vossius, trois vers donnant l'année 1256 pour l'époque de la mort de Sacro-Bosco. Ces trois vers sont ceux que M. H. Brocard a trouvés dans un recueil d'Isaac Bullart, à la bibliothèque de Lille, et qu'il a publiés (*Intermédiaire des Mathématiciens*, t. IX, 1902, p. 277) mais sans citer l'époque à laquelle ce manuscrit a été rédigé.

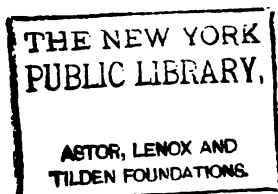
Sacro-Bosco contribua, en outre, à répandre en Europe la connaissance de la numération décimale des Hindous. Voir l'étude détaillée que donne Cantor à propos de ce chef d'école :

CANTOR, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, 2^e vol. 1^{er} fasc., p. 87. Leipzig, 1899.

(³) Joannis de SACRO-BOSCO, *Liber de Sphæra*, 1230.

(A suivre.)





MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

PRIX PROPOSÉS PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Prix Pierre Guzman (100 000^{fr}).

M^{me} V^{re} Guzman a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1910.

Prix Lalande (540^{fr}).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

Prix Valz (460^{fr}).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

Prix G. de Pontécoulant (700^{fr}).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de Mécanique céleste, sera décerné dans la séance publique annuelle de 1907.

Prix Damoiseau (2000^{fr}).

Ce prix est *triennal*. L'Académie met au concours, pour 1908, la question suivante :

Théorie de la planète Eros, basée sur toutes les observations connues.

Prix Janssen.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1908.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

SUR L'ÉQUILIBRE RELATIF DE n CORPS;

PAR M. H. ANDOYER.

1. Envisageons n corps, réduits à des points matériels, $M_1, M_2, \dots, M_n$, de masses $m_1, m_2, \dots, m_n$; appelons r_{ij} la distance $M_i M_j$, et supposons que les deux corps M_i et M_j s'attirent mutuellement, la force d'attraction étant de la forme $m_i m_j r_{ij} p_{ij}$; p_{ij} désigne ici une fonction quelconque de r_{ij} , qui peut varier avec i et j , et l'attraction se change en répulsion quand p_{ij} est négatif. Dans le cas, par exemple, où les n corps s'attireraient suivant la loi de Newton (le coefficient d'attraction gardant une valeur constante f), on aurait $p_{ij} = f r_{ij}^{-3}$.

Le centre de gravité O des masses considérées est animé d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme, et l'on sait que l'on ne diminue en rien la généralité en supposant que ce point reste fixe : c'est ce que nous ferons dans tout ce qui suit.

Imaginons que les n corps forment un système invariable S , et soit $Oxyz$ un trièdre trirectangle mobile lié à S . Les corps sont en équilibre relatif par rapport à ce trièdre; si donc on appelle t le

temps; p, q, r les composantes de la rotation instantanée de $Oxyz$ par rapport aux axes Ox, Oy, Oz ; x_i, y_i, z_i les coordonnées de M_i par rapport aux mêmes axes, on a les relations

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} X_i = -(q^2 + r^2)x_i + \left(pq - \frac{dr}{dt}\right)y_i \\ \quad + \left(pr + \frac{dq}{dt}\right)z_i + \sum m_j(x_i - x_j)p_{ij} = 0, \\ Y_i = \left(pq + \frac{dr}{dt}\right)x_i - (p^2 + r^2)y_i \\ \quad + \left(qr - \frac{dp}{dt}\right)z_i + \sum m_j(y_i - y_j)p_{ij} = 0, \\ Z_i = \left(pr - \frac{dq}{dt}\right)x_i + \left(qr + \frac{dp}{dt}\right)y_i \\ \quad - (p^2 + q^2)z_i + \sum m_j(z_i - z_j)p_{ij} = 0. \end{array} \right.$$

2. Pour étudier de plus près les équations (1), nous supposons successivement que les n corps restent en ligne droite, ou bien dans un même plan, sans être en ligne droite, ou bien, enfin, ne restent pas dans le même plan.

Supposons donc d'abord que les corps restent en ligne droite, et par suite que l'on a $n \geq 2$. Prenant cette droite pour Ox , les équations $Y_i = 0, Z_i = 0$ donnent $pq + \frac{dr}{dt} = 0, pr - \frac{dq}{dt} = 0$. On peut d'ailleurs choisir Oy de façon que $q = 0$ constamment; par suite r est une constante ω , et l'on a $p\omega = 0$. Si ω n'est pas nul, on a $p = 0$; l'axe Oz reste fixe, et Ox tourne autour de Oz avec la vitesse angulaire constante ω ; si $\omega = 0$, l'axe Ox reste fixe, et l'équilibre est absolu.

Dans tous les cas, on a les équations

$$(2) \quad X_i = -\omega^2 x_i + \sum m_j(x_i - x_j)p_{ij} = 0.$$

Si l'on désigne par (ij) la différence $x_j - x_i$, c'est-à-dire la valeur algébrique du vecteur $M_i M_j$, on a les combinaisons

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} X_j - X_i = (ij) \left[-\omega^2 + (m_i + m_j)p_{ij} + \sum m_k p_{jk} \right] \\ \quad + \sum m_k (ik)(p_{ik} - p_{jk}) = 0, \end{array} \right.$$

qui ne dépendent que de la configuration du système S ; dans ces

relations, i et j sont des indices différents, et k est un indice variable différent de i et de j .

Si $n = 2$, on a simplement $\omega^2 = (m_1 + m_2)p_{12}$.

Si $n = 3$, supposons les corps rangés dans l'ordre $M_1 M_2 M_3$, et faisons $\alpha = \frac{r_{12}}{r_{23}}$; on a

$$\begin{aligned}\omega^2 &= (m_1 + m_2)p_{12} + m_3 p_{13} + \frac{m_3}{\alpha} (p_{13} - p_{23}) \\ &= (m_2 + m_3)p_{23} + m_1 p_{13} + m_1 \alpha (p_{13} - p_{12}),\end{aligned}$$

d'où, pour déterminer α , dans le cas de la loi de Newton, l'équation bien connue

$$m_1 \left[\frac{\alpha}{(1+\alpha)^2} - \frac{1+\alpha}{\alpha^2} \right] + m_2 \left(\alpha - \frac{1}{\alpha^2} \right) + m_3 \left[1 + \alpha - \frac{1}{(1+\alpha)^2} \right] = 0,$$

qui admet une seule racine positive.

Faisons encore $n = 4$, et bornons-nous à quelques cas particuliers, en supposant les corps rangés dans l'ordre $M_1 M_2 M_3 M_4$, et les p_{ij} déterminés par la loi de Newton.

1° Soit $(12) = (34)$ et $m_1 = m_4$, $m_2 = m_3$; en faisant $\alpha = \frac{r_{12}}{r_{13}}$, on aura l'équation

$$m_1 \left[\frac{1}{(1+\alpha)^3} + \frac{1+\alpha}{\alpha^2} \right] = m_2 \left[\frac{1}{(1-\alpha)^3} - \frac{1+\alpha^2}{\alpha^2(1+\alpha)} \right],$$

qui a une racine et une seule comprise entre 0 et 1; de plus,

$$r_{13}^3 \frac{\omega^2}{f} = \frac{2m_2}{(1-\alpha)^3} - 2m_1 \frac{1+\alpha}{\alpha^2}.$$

Si, plus particulièrement, on a encore $m_1 = m_2$, il vient $\alpha = 0,5195$.

Si encore on suppose $m_1 = 0$, on a $\alpha = 0,411$, et c'est là la plus petite valeur possible de α .

2° Soit $(12) = (23)$ et $m_1 = m_3$, $m_4 = 0$; en faisant $\alpha = \frac{r_{24}}{r_{12}}$, on aura

$$r_{12}^3 \frac{\omega^2}{f} = \frac{m_1}{4} + m_2,$$

et

$$m_1 \left[\frac{1}{(\alpha+1)^2} + \frac{1}{(\alpha-1)^2} - \frac{\alpha}{4} \right] = m_2 \left(\alpha - \frac{1}{\alpha^2} \right);$$

cette dernière équation a d'ailleurs une seule racine supérieure à 1.

Si, plus particulièrement, on a encore $m_1 = m_2$, il vient $\alpha = 1,758$.

Si encore on suppose $m_2 = 0$, on a $\alpha = 2,396$, et c'est là la plus grande valeur possible de α .

3° Soit $(12) = (24)$, et $m_1 = m_4$, $m_3 = 0$; en faisant $\alpha = \frac{r_{23}}{r_{12}}$, on aura

$$r_{12}^2 \frac{\omega^2}{f} = \frac{m_1}{4} + m_2,$$

et

$$m_1 \left[\frac{1}{(1-\alpha)^2} - \frac{1}{(1+\alpha)^2} + \frac{\alpha}{4} \right] = m_2 \left(\frac{1}{\alpha^2} - \alpha \right);$$

cette dernière équation a d'ailleurs une seule racine comprise entre 0 et 1.

Si, plus particulièrement, on a encore $m_1 = m_2$, il vient $\alpha = 0,495$.

Ici d'ailleurs α peut prendre toutes les valeurs comprises entre 0 et 1.

3. Examinons maintenant le cas où les corps restent dans un même plan, sans rester en ligne droite, de sorte que $n \geq 3$. En prenant ce plan pour Oxy , les premières équations (1), $X_i = 0$, montrent que $q^2 + r^2$ et $pq - \frac{dr}{dt}$ ont des valeurs constantes, car deux au moins de ces équations sont résolubles par rapport à ces quantités, d'après les hypothèses faites; de même, $p^2 + r^2$ et $pq + \frac{dr}{dt}$ sont des constantes, et de plus on a

$$pr - \frac{dq}{dt} = 0, \quad qr + \frac{dp}{dt} = 0.$$

Ces dernières relations montrent à leur tour que $p^2 + q^2$ est une constante, et, par suite, on conclut finalement que p , q , r sont des constantes, et que l'on a

$$pr = 0, \quad qr = 0.$$

Si $r = 0$, le plan xOy tourne autour d'un axe fixe contenu dans ce plan lui-même et que l'on peut choisir pour Oy , de sorte que $p = 0$.

Si ω' est alors la valeur constante de q , les équations d'équilibre sont

$$(4) \quad \begin{cases} X_i = -\omega'^2 x_i + \sum m_j (x_i - x_j) p_{ij} = 0, \\ Y_i = \sum m_j (y_i - y_j) p_{ij} = 0. \end{cases}$$

Si au contraire la valeur constante ω de r n'est pas nulle, on a $p = q = 0$; l'axe Oz est fixe et le plan xOy tourne autour de Oz avec la vitesse angulaire constante ω ; les équations de l'équilibre sont

$$(5) \quad \begin{cases} X_i = -\omega^2 x_i + \sum m_j (x_i - x_j) p_{ij} = 0, \\ Y_i = -\omega^2 y_i + \sum m_j (y_i - y_j) p_{ij} = 0. \end{cases}$$

Si l'on supposait les corps non situés dans un même plan, de sorte que $n \geq 4$, on verrait comme plus haut que les quantités

$$q^2 + r^2, \quad pq - \frac{dr}{dt}, \quad \dots$$

sont des constantes et qu'il en est de même de p, q, r . Par suite le système S tourne autour d'un axe fixe que l'on peut choisir pour Oz , et, si ω est alors la valeur constante de r , on a les équations

$$(6) \quad \begin{cases} X_i = -\omega^2 x_i + \sum m_j (x_i - x_j) p_{ij} = 0, \\ Y_i = -\omega^2 y_i + \sum m_j (y_i - y_j) p_{ij} = 0, \\ Z_i = \sum m_j (z_i - z_j) p_{ij} = 0. \end{cases}$$

Il est facile de voir que les cas qui correspondent aux équations (4) et (6) ne peuvent se présenter lorsqu'on suppose tous les p_{ij} de même signe, ainsi qu'il arrive pour la loi de Newton. S'il s'agit en effet des équations (6) par exemple, on a d'abord

$$\sum m_i z_i Z_i = \sum m_i m_j (z_i - z_j)^2 p_{ij} = 0;$$

les p_{ij} étant de même signe, on doit donc avoir $z_i = z_j$, toutes les fois du moins que les masses m_i et m_j ne sont pas nulles. Toutes les masses non nulles qui composent le système S sont donc dans

le plan xOy (car on a aussi la relation $\sum m_i z_i = 0$). Si maintenant m_i est une masse nulle, d'ordonnée z_i , l'équation $Z_i = 0$ se réduit à

$$\sum m_k z_i p_{ik} = 0,$$

en appelant m_k les masses non nulles, et par suite on a aussi $z_i = 0$.

Les corps sont donc tous dans le plan xOy , ce qui est contraire à l'hypothèse.

4. Étudions plus spécialement le cas des équations (5), le seul qui présente de l'intérêt au point de vue de la loi de Newton.

Les $2n$ équations $X_i = 0$, $Y_i = 0$ sont liées par les relations

$$\sum m_i X_i = 0, \quad \sum m_i Y_i = 0, \quad \sum m_i (x_i Y_i - y_i X_i) = 0,$$

et par suite se réduisent à $2n - 3$. La configuration du système S dépend précisément des $2n - 3$ paramètres; il sera donc possible en général, connaissant ω et les m_i , de déterminer le système S.

Les combinaisons des équations $X_i = 0$, $Y_i = 0$, que nous utiliserons, sont de la forme

$$(x_i - x_k)(Y_i - Y_j) - (y_i - y_k)(X_i - X_j) = 0,$$

où j et k sont des indices différents de i .

En désignant généralement par (ijk) la surface affectée d'un signe du triangle $M_i M_j M_k$, de sorte que l'on a

$$(ijk) = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} x_i & y_i & 1 \\ x_j & y_j & 1 \\ x_k & y_k & 1 \end{vmatrix},$$

et en appelant h un indice différent de i, j, k , on voit sans peine que la combinaison précédente s'écrit sous la forme

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} & (ijk) \left[-\omega^2 + (m_i + m_j) p_{ij} + m_k p_{jk} + \sum m_h p_{jh} \right] \\ & + \sum m_h (ihk) (p_{ih} - p_{jh}) = 0, \end{aligned} \right.$$

analogue à (3).

Si en particulier $j = k$, on a simplement

$$(8) \quad \sum m_h (ijh) (p_{ih} - p_{jh}) = 0.$$

Laissant i fixe, et donnant à j les $n - 1$ valeurs qu'il peut alors prendre, la relation (8) fournit $n - 1$ équations linéaires et homogènes par rapport aux masses, m_i exceptée. On en déduit par élimination de ces masses une relation dont disparaissent aussi les (ijh) , et qui par suite ne dépend plus que des p_{ij} . On voit donc que, d'une façon générale, le problème proposé comporte des conditions simples qui dépendent uniquement des p_{ij} .

Si $n = 3$, et si deux des trois masses ne sont pas nulles, les équations (8) donnent immédiatement $p_{12} = p_{13} = p_{23}$, et il vient de plus

$$\omega^2 = (m_1 + m_2 + m_3) p_{12}.$$

Dans le cas de la loi de Newton, et dans les cas semblables, le triangle $M_1 M_2 M_3$ est donc équilatéral, ainsi qu'il est bien connu.

Si deux masses étaient nulles, $m_2 = m_3 = 0$, par exemple, on aurait simplement

$$p_{12} = p_{13}, \quad \omega^2 = m_1 p_{12};$$

mais c'est là une solution banale.

§. Attachons-nous particulièrement au cas de quatre corps.

Posons alors, pour abréger l'écriture,

$$-(234) = s_1, \quad (134) = s_2, \quad (142) = s_3, \quad (123) = s_4,$$

de sorte que

$$s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 0.$$

Les relations (8) seront du type

$$(9) \quad m_3 s_4 (p_{13} - p_{23}) = m_4 s_3 (p_{14} - p_{24}),$$

où l'on peut permuter à volonté les indices, et leur ensemble sera compatible, si l'on a la relation suivante, qui ne dépend que des p_{ij} , et qui est indépendante de l'ordre des indices :

$$(10) \quad \begin{cases} (p_{12} - p_{23})(p_{13} - p_{34})(p_{14} - p_{24}) \\ = (p_{12} - p_{24})(p_{13} - p_{23})(p_{14} - p_{34}). \end{cases}$$

On peut d'ailleurs ici envisager le problème sous un autre aspect,

et, en supposant donné le système S, se proposer de déterminer les masses m_i et la rotation ω , ou plutôt les rapports mutuels des quantités m_i et ω^2 . Il faudra alors joindre aux relations (9) et (10) qui fournissent simplement les rapports des m_i et une condition nécessaire entre les éléments de S, une nouvelle équation propre à déterminer ω^2 . A cet effet, prenons l'une des relations (7),

$$s_1[-\omega^2 + (m_1 + m_2)p_{12} + m_3p_{23} + m_4p_{24}] + s_2(p_{21} - p_{11}) = 0,$$

et exprimons m_2, m_3, m_4 à l'aide de m_1 au moyen des relations (8); on trouve alors sans peine que l'on peut écrire

$$(11) \quad \begin{cases} \frac{\omega^2 s_1}{m_1} = s_2 \frac{p_{12}p_{24} - p_{14}p_{22}}{p_{22} - p_{21}} + s_3 \frac{p_{14}p_{23} - p_{12}p_{24}}{p_{24} - p_{23}} \\ \quad + s_4 \frac{p_{12}p_{24} - p_{14}p_{22}}{p_{24} - p_{23}}; \end{cases}$$

cette dernière relation est symétrique par rapport aux indices 2, 3, 4; en échangeant l'un de ces indices avec l'indice 1, on a une nouvelle forme qui en réalité est équivalente.

6. Étudions maintenant quelques cas particuliers, en supposant d'ailleurs les p_{ij} déterminés par la loi de Newton.

Nous envisagerons d'abord les cas où le quadrangle $M_1M_2M_3M_4$ déterminé par les quatre masses possède une symétrie.

1° On a $r_{13} = r_{21}, r_{14} = r_{23}$, de sorte que le quadrangle

Fig. 1.

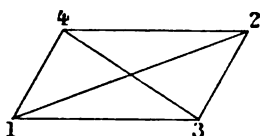
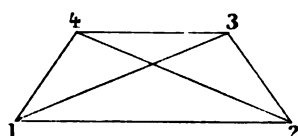


Fig. 2.



$M_1M_2M_3M_4$ est un parallélogramme (fig. 1), ou un trapèze isocèle (fig. 2).

Dans le premier cas on a

$$s_1 = s_2 = -s_3 = -s_4,$$

et dans le second

$$s_1 + s_2 = 0, \quad s_3 + s_4 = 0.$$

Les relations du type (9)

$$m_1 s_2 (p_{13} - p_{14}) = m_2 s_1 (p_{23} - p_{24}),$$

$$m_3 s_4 (p_{13} - p_{23}) = m_4 s_3 (p_{14} - p_{24}),$$

se réduisent à

$$m_1 s_2 + m_2 s_1 = 0, \quad m_3 s_4 + m_4 s_3 = 0$$

et, par suite, montrent que le premier cas, celui du parallélogramme, est impossible. Le second au contraire, celui du trapèze isocèle, est possible, avec $m_1 = m_2$, $m_3 = m_4$. On a en plus alors les relations

$$m_1 s_2 (p_{12} - p_{14}) = m_3 s_1 (p_{14} - p_{34}),$$

$$m_1 s_3 (p_{12} - p_{13}) = m_3 s_1 (p_{34} - p_{13}),$$

qui entraînent entre p_{12} , p_{34} , p_{13} , p_{14} la relation harmonique

$$2(p_{12}p_{34} + p_{13}p_{14}) - (p_{12} + p_{34})(p_{13} + p_{14}) = 0;$$

c'est ici la forme de la relation générale (10).

On a d'ailleurs

$$\omega^2 = (m_1 + m_3)(p_{13} + p_{14}).$$

Parmi les solutions particulières, signalons le cas du carré; on a

$$r_{12} = r_{14} = r_{34}, \quad r_{13} = r_{12}\sqrt{2},$$

$$m_1 = m_2 = m_3 = m_4, \quad r_{12}^3 \frac{\omega^2}{f} = m_1 \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right).$$

2° On a $r_{13} = r_{14}$, $r_{23} = r_{24}$, de sorte que le quadrangle $M_1 M_2 M_3 M_4$ est un contre-parallélogramme (fig. 3, 4).

Fig. 3.

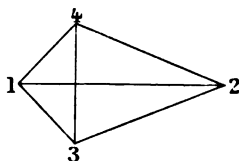
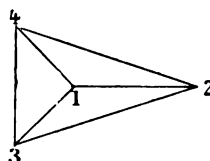


Fig. 4.



Ici l'on a $s_3 = s_4$ et, par suite, $m_3 = m_4$; la relation (10) est vérifiée d'elle-même, et il reste

$$m_1 s_3 (p_{12} - p_{13}) = m_3 s_1 (p_{23} - p_{34}),$$

$$m_2 s_3 (p_{12} - p_{23}) = m_3 s_2 (p_{13} - p_{34}),$$

avec

$$\omega^2 = m_1 p_{13} + m_2 p_{23} + 2 m_3 p_{34}.$$

Comme solutions particulières on retrouve le carré déjà signalé ; on a aussi le cas où $M_2 M_3 M_1$ est un triangle équilatéral de centre M_1 ; alors

$$m_2 = m_3 = m_4, \quad r_{12} = r_{13} = r_{14}, \quad r_{24} = r_{34} = r_{23},$$

et

$$\omega^2 = m_1 p_{12} + 3 m_2 p_{23}.$$

7. On peut encore envisager les cas où l'une des masses, telle que m_4 , est nulle. Alors, en laissant de côté le cas banal où deux des autres masses seraient nulles, ou bien $M_1 M_2 M_3$ est un triangle équilatéral, ou bien les points M_1, M_2, M_3 sont en ligne droite : dans la première hypothèse seulement, la relation (10) est vérifiée d'elle-même. Dans tous les cas, les masses m_1, m_2, m_3 sont elles-mêmes en équilibre relatif. Mais nous ne poursuivrons pas plus loin cette étude de cas particuliers, et nous nous contenterons d'avoir montré sur quelques exemples l'application des principes généraux établis au début.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE (à l'équatorial Brunner-Henry de 0^m,38 d'ouverture) ;

PAR M. F. ROSSARD.

Dates.	T. m. Toulouse.	$\Delta R.$	$\Delta D.$	N. dec.	R. app.	log f. p.	(D. app.	log f. p.	★
(28) Bellona.									
905.									
AS 28.	11. 5.51	-1.49,66	+ 1. 6,7	18:20	12.16. 6,52	2,954 n	+ 8.48.51,2	0,702	1
III. 7.	10.20. 7	+1.50,66	+ 5.51,0	18:20	12. 9. 0,67	2,946 n	+ 9.55.53,5	0,689	2
8.	9.55.11	+1. 4,81	- 3.36,8	18:20	12. 8.22,30	1,097 n	+10. 1.25,3	0,692	3
13.	9.33.28	-2.44,70	- 8.22,1	15:20	12. 5.21,69	1,092 n	+10.26.10,7	0,686	4
13.	9.33.28	-3.18,13	- 8.29,6	15:20	12. 5.21,89	1,092 n	+10.26. 6,8	0,686	5
(65) Cybèle.									
n. 24.	10.29.44	-1.40,70	+ 6.17,8	18:20	10.10.21,35	1,193 n	+10.41.24,5	0,686	6
AS 6.	10.22.44	+0.44,33	+ 9.42,0	6: 4	10. 3.32,08	2,930 n	+11.27.28,0	0,671	7
6.	10.22.44	+1. 6,50	+ 2.15,1	6: 4	10. 3.32,37	2,930 n	+11.27.45,6	0,671	8

Dates. T. m. Toulouse. $\Delta R.$ $\Delta Q.$ N. de c. R. app. log f. p. $\odot$ app. log f. p. δ

(122) Gorda.

1904.	h m s		m s			h m s					
ARS 28.	11.37.59	—0.11.19	—	4.19.9	18.20	13.0.20,66	1.046 n	—5.47.16,6	0,822		
VRIL 26.	11.36.10	—0.19.52	—	8.41.0	10.20	12.40.45,61	1,127	—3.30.53,0	0,808		
27.	9.52.53	—0.10.47	—	5.10.8	18.20	12.40.15,32	2.791 n	—3.27.22,8	0,810		

(187) Lamberta.

ARS 10.	11.4.52	—0.53,86	—	2.8.1	18.20	12.13.47,84	1,324 n	+8.13.30,9	0,716		
---------	---------	----------	---	-------	-------	-------------	-----------	------------	-------	--	--

(192) Nausikaa.

ARS 10.	10.13.52	—0.0.52	—	8.0.4	18.20	10.24.12,21	1.045 n	+10.46.20,4	0,682		
---------	----------	---------	---	-------	-------	-------------	-----------	-------------	-------	--	--

(250) Bottina.

AI 9.	10.11.41	—2.56,55	—11.31.5	18.16	12.26.35,75	5.999	—0.41.37,6	0,788			
10.	9.26.30	—1.40,79	—0.23,8	18.20	12.26.12,90	5,341	—0.42.59,6	0,788			
11.	9.40.1	—1.19,08	—1.49.1	13.16	12.25.51,18	5,747	—0.44.24,8	0,788			
11.	9.40.1	—2.17,71	—3.58.1	13.16	12.25.51,32	5,747	—0.44.25,5	0,788			
13.	9.42.31	—0.33,93	—2.12,7	18.20	12.25.6,01	5,881					
13.	9.41.31	—1.32,59	—4.30,4	18.20	12.25.6,18	5,881					

(334) Chicago.

VRIL 13.	11.19.27	—0.9.27	—8.45,2	18.20	14.11.18,37	1,199 n	—6.51.51,0	0,828			
26.	11.43.18	—1.59,11	—0.18,2	18.20	14.3.32,02	1,067 n	—6.6.14,2	0,825			

(371)

AI 24.	9.39.39	—1.45,21	—3.59,3	4.8	13.47.13,28	1,163	—5.13.6,5	0,737			
24.	10.56.28	—1.47,26	—4.5.4	12.12	13.47.21,33	1,163	—5.13.0,4	0,737			
27.	9.8.13	—1.19,38	—5.43.1	15.20	13.45.53,65	5,549 n	—5.6.47,1	0,739			

— 1904 I.

EVIL 10.	9.15.1	—1.11,20	—3.13,9	12.8	10.21.31,49	1,894 n	—63.53.12,0	1,860 n			
23.	9.30.49	—0.13,11	—1.51,6	18.20	9.35.21,23	1,634 n	—64.23.43,4	0,444 n			
ARS 6.	9.37.7	—1.7,37	—1.20,4	12.20	9.1.34,20	1,079 n	—63.20.2,2	0,471 n			
8.	9.16.55	—1.15,60	—5.53,4	18.20	8.55.8,4	1,159 n	—63.10.19	0,464 n			
10.	9.19.50	—0.41,58	—1.51,4	18.20	8.51.15,34	1,908 n	—62.45.9,8	0,461 n			
11.	9.4.48	—0.31,37	—1.1,3	4.1	8.48.51,98	1,967 n	—62.36.6,1	0,454 n			

— 1904 d.

ARS 2.	11.21.4	—1.20,16	—0.1,9	18.20	16.58.10,18	1,898 n	+35.21.51,6	0,579			
11.	17.19.0	—1.59,60	—0.24,4	15.20	17.26.34,73	1,723 n	—40.11.27,3	0,516			
11.	17.19.0	—1.51,37	—0.8.4	15.20	17.26.34,56	1,723 n	—40.11.25,6	0,516			
12.	17.14.20	—0.17,41	—0.29,3	18.20	17.29.55,01	1,730 n	—40.44.3,9	0,520			
12.	17.14.20	—0.47,17	—0.12,0	18.20	17.29.55,37	1,730 n	—40.44.4,6	0,520			

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

61

Dates.	T. m. Toulouse.	ΔR .	ΔQ .	N. de c.	R app.	log. f. p.	Q app.	log. f. p.	★
• 1904 d.									
1905.	h m s	m s	' "		h m s				
JANV. 14.	17.14.19	-1.25,89	+ 7.19,8	18:20	17.36.46,97	1,738 n	+41.49.25,3	0,505	31
14.	17.14.19	-1.59,31	- 0.17,8	18:20	17.36.46,79	1,738 n	+41.49.23,1	0,505	32
FÉVR. 3.	17.30.20	-0.31,12	+10.15,1	18:20	18.55.45,51	1,810 n	+52.13. 3,8	0,249	33
3.	17.30.20	-2.34,45	+ 4.57,1	18:20	18.55.45,32	1,810 n	+52.13. 1,9	0,249	34
4.	17.15. 2	-2.21,96	+ 3.54,5	18:20	19. 0.11,17	1,824 n	+52.40.47,9	0,304	35
• 1904 e.									
JANV. 3.	6.11.20	-5. 5,91	+ 4.34,4	6: 4	1.20.23,64	2,524 n	- 5.59.19,0	0,827	36
9.	8.54.52	-0. 9,65	+ 1.28,6	18:20	1.28.56,96	1,442	- 1. 3.53,4	0,789	37
10.	8.59.28	+0.48,50	- 0.34,3	18:20	1.30.31,22	1,457	- 0.15.47,8	0,784	38
FÉVR. 4.	6.40.39	+0.32,28	- 0.23,7	18:20	2.17.55,58	1,187	+17.57.58,0	0,592	39
6.	6.43. 9	+0.47,27	-10.36,4	18:20	2.22.26,34	1,220	+19.15.34,1	0,575	40
9.	8.21.27	+0.20,84	- 4.59,6	18:20	2.29.32,21	1,527	+21.11.28,6	0,612	41
10.	8.44.11	-0.49,40	+11.50,2	18:20	2.31.56,57	1,568	+21.48.19,9	0,624	42
23.	9. 2.43	+0. 7,12	+ 4.31,5	18:20	3. 5. 3,4	1,638	+29. 6.14	0,587	43
24.	9. 4.11	+1.35,78	+ 6.10,2	15:20	3. 7.48,16	1,643	+29.34.29,7	0,586	44
24.	9. 4.11	+1.17,63	+ 6.45,4	15:20	3. 7.48,04	1,643	+29.34.29,9	0,586	45
MARS 6.	8.57.33	-1.18,31	+ 4.29,6	18:20	3.36.26,3	1,668	+34. 9.17	0,540	46
8.	8.41.28	-2.16,91	+10.25,4	18:20	3.42.27,98	1,657	+34.59. 4,9	0,500	47
10.	8.41.49	-2.51,63	+ 4.25,8	18:20	3.48.36,66	1,665	+35.46.26,8	0,494	48
10.	8.41.49	-1.56,99	+ 2.52,7	18:20	3.48.36,69	1,665	+35.46.27,8	0,494	49
11.	8.39. 7	+0.19,99	- 3.38,5	12:20	3.51.42,53	1,665	+36. 9.28,6	0,485	50
28.	8.42.26	-0.13,83	- 9.53,2	18:20	4.47.24,8	1,710	+41.16.56	0,435	51
30.	9.35. 3	+0.13,36	+ 3.17,9	6: 8	4.54.53,91	1,750	+41.55. 8,6	0,558	52

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. au j.	Q moy. 1905,0.	Réd. au j.	Autorités.
		h m s	' "	' "	' "	
1.	9,2	12.17.54,68	1,50	+ 8.47.53,7	- 9,2	Leipzig II 6104.
2.	8,4	12. 7. 8,53	1,48	+ 9.50.11,3	- 8,8	Leipzig I 4506.
3.	9,0	12. 7.16,01	1,48	+10. 5.10,8	- 8,7	Leipzig I 4509.
4.	8,1	12. 8. 4,90	1,49	+10.34.41,1	- 8,3	Leipzig I 4512.
5.	7,7	12. 8.38,53	1,49	+10.34.44,7	- 8,3	Leipzig I 4518.
6.	"	10.12. 0,70	1,35	+10.35.18,6	-11,9	Leipzig I 3981.
7.	9,0	10. 2.46,38	1,37	+11.17.58,0	-12,0	Leipzig I 3951.
8.	8,8	10. 2.24,50	1,37	+11.25.42,5	-12,0	Leipzig I 3949.
9.	"	13. 0.30,22	1,63	- 5.42.49,0	- 7,7	Weisse ₁ II ₁₂ 993.
10.	"	12.40.24,13	1,66	- 3.22. 3,3	- 8,7	Weisse ₁ II ₁₂ (635-6).
11.	8,8	12.12.52,62	1,36	+ 8.11.32,4	- 9,6	Leipzig II 6070.
12.	7,7	10.24.10,32	1,37	+10.38.31,8	-11,8	Leipzig I 4039.
13.	7,2	12.29.31,07	1,53	- 0.53. 3,7	- 5,4	Nicolaiëff 3430.

*	Gr.	Al moy. 1905,0.	Réd. auj.	(D) moy. 1905,0	Réd. auj.	Autorités.
		^h ^m ^s	^s			
14.	8,7	12.24.30,60	1,51	— 0.42.27,5	— 8,3	Nicolaiëff 3423.
14.	8,7	12.24.30,60	1,50	— 0.42.27,5	— 8,2	Id.
15.	9,0	12.23.32,11	1,49	— 0.40.19,1	— 8,3	Nicolaiëff 3420.
14.	8,7	12.24.30,60	1,48	— 0.42.27,5	— 8,1	Nicolaiëff 3423.
13.	9,0	12.23.32,11	1,48	— 0.40.19,1	— 8,2	Nicolaiëff 3420.
16.	»	14.11.35,90	1,74	— 7. 1.30,7	— 5,5	Weisse, 142 H ₁₄ .
17.	»	14. 5.29,40	1,84	— 6. 6.37,3	— 5,1	Weisse, 31 H ₁₄ .
18.	8,8	13.49. 6,88	1,71	+ 5.17. 8,4	— 2,6	Leipzig II 6532.
19.	8,3	13.44.31,93	1,74	+ 5. 1.10,0	— 2,5	Leipzig II 6513.
20.	7,5	10.23.42,87	1,82	+63.50. 3,9	—11,8	Helsingfors-Gotha 6365.
21.	9,1	9.35. 6,80	2,19	+64.25.42,2	— 6,2	Helsingfors-Gotha 6039.
22.	9,0	9. 0.24,82	2,01	+63.18.34,8	— 2,0	Helsingfors-Gotha 5814.
23.	9,5	8.56.32, 0	1,95	+63.16.14	— 1,3	B. D. 816 + 63°. Position appr
24.	9,1	8.51.55,06	1,86	+62.43.18,7	— 0,8	Helsingfors-Gotha 5762.
25.	9,2	8.49.22,53	1,82	+62.38.15,9	— 0,5	Helsingfors-Gotha 5739.
26.	8,8	16.59.32,15	—1,81	+35.21.44,8	+ 2,9	Lund 6996.
27.	9,0	17.24.36,80	—1,76	+40.11.50,8	+ 0,9	Bonn 11197.
28.	7,0	17.24.44,95	—1,76	+40.20.33,6	+ 0,9	Bonn 11198.
29.	7,7	17.29.39,96	—1,76	+40.43.33,8	+ 0,8	Bonn 11252.
30.	9,0	17.28. 9,95	—1,75	+40.34.21,0	+ 0,7	Bonn 11234.
31.	6,5	17.38.14,62	—1,76	+41.42. 5,0	+ 0,5	Bonn 11356.
32.	8,5	17.38.47,86	—1,76	+41.49.40,4	+ 0,5	Bonn 11361.
33.	8,4	18.56.18,31	—1,68	+52. 2.51,0	— 2,3	Cambridge 5807.
34.	8,4	18.58.21,45	—1,68	+52. 8. 7,0	— 2,2	Cambridge 5819.
35.	7,8	19. 2.34,81	—1,68	+52.36.55,7	— 2,3	Cambridge 5849.
36.	»	1.25.29,65	—0,10	— 6. 3.44,4	— 9,0	Wien ottakring.
37.	»	1.29. 6,71	—0,10	— 1. 5.14,2	— 7,8	Nicolaiëff 300.
38.	»	1.29.42,83	—0,11	— 0.15. 5,9	— 7,6	Weisse, 466 H ₁ .
39.	»	2.17.23,33	—0,03	+17.58.26,1	— 4,4	Berlin A 655.
40.	»	2.21.39,09	—0,02	+19.26.14,6	— 4,1	Berlin A 675.
41.	8,5	2.29.11,41	—0,04	+21.16.32,0	— 3,8	Berlin B 780.
42.	9,0	2.32.46,00	—0,03	+21.36.33,6	— 3,9	Berlin B 794.
43.	9,5	3. 4.56,3	—0,04	+29. 1.45	— 2,9	B. D. 504. Position approchée
44.	8,0	3. 6.12,43	—0,05	+29.28.22,4	— 2,9	Cambridge 1598.
45.	9,0	3. 6.30,46	—0,05	+29.27.47,4	— 2,9	Cambridge 1599.
46.	9,3	3.37.44,7	—0,05	+34. 4.50	— 2,5	B. D. 705. Position approchée
47.	7,2	3.44.44,95	—0,06	+34.48.41,9	— 2,4	Leiden 1437.
48.	8,6	3.51.28,37	—0,08	+35.42. 3,9	— 2,2	Leiden 2020.
49.	8,0	3.50.33,76	—0,08	+35.43.37,3	— 2,2	Leiden 2013.
50.	7,0	3.51.22,64	—0,10	+36.13. 9,4	— 2,3	Lund 2018.
51.	9,4	4.47.38,8	—0,16	+41.26.51	— 1,9	B. D. 1001. Position approché
52.	8,0	4.54.40,72	—0,17	+41.51.52,6	— 1,9	Bonn 4040.

OBSERVATIONS DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. COGGIA.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. de c.	Rapp.	log f. p.	φ app.	log f. p.	
$\blacktriangleleft b$ 1905 (Schaer).									
1905.	h m s	m s	.	.	h m s		.	.	
Nov. 25.	7.42.55	-0.42,28	+ 3.	1,6	6.6	23.34.34,16	+2,708	64.18.44,2	-0,425 1
27.	6.30.21	-1.10,07	- 3.	14,4	5.5	23.32.21,34	-2,871	73.24. 7,3	-0,599 2
27.	10.26.34	-0.19,95	+ 4.	52,5	6.6	23.32.12,94	+1,533	74. 2.40,5	-0,668 3
29.	6. 7.21	-0.20,08	+10.	52,0	7.7	23.31. 7,25	-2,992	80.11.41,7	-0,688 4
30.	6. 6.18	-4.27,15	- 9.	42,1	5.5	23.30.43,51	-2,961	82.55.16,4	-0,717 5
30.	10.10. 0	+3.14,31	- 5.	9,8	5.5	23.30.39,67	+1,513	83.20.44,6	-0,741 6
Déc. 1.	6.29.52	+3. 9,27	+ 4.	47,6	5.5	23.30.25,48	-2,596	85.18.52,4	-0,720 7
1.	10.32.24	+1.48,84	-11.	37,5	5.5	23.30.23,78	+1,551	85.41. 7,1	-0,759 8

• c 1905 (Giacobini).

Déc. 7.	17.18.56	-2. 2,12	+ 1.	36,2	6.6	14.26.28,56	-1,602	69.27.27,4	-0,657 9
8.	17.52. 4	-1.41,62	+ 7.	59,6	6.6	14.31.22,50	-1,560	69.55.18,2	-0,636 10

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. au j.	φ moy. 1905,0.	Réd au j.	Autorités.
1.	9	23.35.13,75	+2,69	64.16. 8,6	-26,0	14200 Cambridge (England).
2.	8	23.33.28,79	+2,62	73.27.45,1	-23,4	632 Weisse ₁ H. 23.
3.	9	23.32.30,28	+2,61	73.58.11,2	-23,2	616 Weisse ₁ H. 23.
4.	9	23.31.24,81	+2,52	80. 1.11,0	-21,3	596 Weisse ₁ H. 23.
5.	9	23.35. 8,15	+2,51	83. 5.18,6	-20,1	670 Weisse ₁ H. 23.
6.	6,9	23.27.22,90	+2,46	83.26.14,6	-20,2	10683 Washington (3 ^e éd.).
7.	9	23.27.13,78	+2,43	85.14.24,3	-19,5	46088 Lalande.
8.	8	23.28.32,50	+2,44	85.53. 3,7	-19,1	527 Weisse ₁ H. 23.
9.	9	14.28.29,98	+0,70	69.25.42,0	+ 9,2	552-3 Weisse ₂ H. 14.
10.	8,5	14.33. 3,41	+0,71	69.47. 9,6	+ 9,0	26679 Lalande.

REMARQUES.

Comète b. — 25 novembre. La comète est brillante, ronde avec condensation centrale, sans noyau bien défini. Apparence résoluble très accentuée; diamètre environ 3'.

Comète b. — 27 novembre. Même aspect que le 25, quoique plus faible; étendue 2'30" environ.

30 novembre. La comète est assez belle; irrégulière avec condensation d'apparence résoluble; bien affaiblie par rapport au 25.

1^{er} décembre. Même aspect que la veille.

Comète c. — 7 décembre. La comète est ronde, plus brillante au centre; diamètre 1' environ.

8 décembre. Ciel nuageux et brumeux. La comète est vue à travers des nuages très légers.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ASTRONOMICAL JOURNAL, N^{os} 563-572.

(Juin 1904 à avril 1905.)

Roberts (A.-W.). — Période de 6760 x Paon (p. 91).

Un certain doute existait sur la période de cette étoile variable, d'après le D^r Chandler (*Astr. Journ.*, n^o 533, p. 7). Les données réunies à l'observatoire de Lovedale pendant treize ans fixent la période à 9^h 09^m 14^s, avec une variation séculaire embrassant huit années. M. A.-W. Roberts énonce quelques hypothèses sur la cause possible de cette variation.

Yendell (P.-S.). — Maxima et minima observés d'étoiles variables en 1900-1903 (p. 93).

Parkhurst (H.-M.). — Notes sur des étoiles variables, n^o 40 (p. 95).

Il a été fait usage à diverses reprises de la méthode de la sous-tangente (*Astr. Journ.*, n^o 540), qui sert à obtenir l'époque du minimum lorsque celui-ci est trop faible pour être directement observé.

Everett. I. Yowell. — Éphéméride de la comète *a* 1904 (Brooks) (p. 97).

Daniel (Zaccheus). — Observations de 9.1904 Orion (p. 97).

Le D^r W. Luther a signalé cette étoile comme variable dans l'étendue

d'une grandeur. D'après les évaluations faites à Princeton de septembre 1903 à mars 1904, la variation est moindre et la période difficile à déterminer.

Olivier (C.-P.). — Éclipse du satellite II de Jupiter par le satellite III (p. 98).

Cette observation a été faite le 22 août 1902, dans des conditions fort difficiles. L'éclipse a duré 7^m 45^s.

Daniel (Zaccheus). — Observations de 49. 1903 Orion (p. 98).

Cette étoile est la plus brillante des variables récemment découvertes dans la nébuleuse d'Orion (*voir* à ce sujet les Notes du D^r Max Wolf, *Astr. Nachr.*, n^{os} 3899 et 3935). L'écart du maximum au minimum atteint quatre grandeurs.

Chester (Amiral C.-M.). — Note sur une petite planète probablement nouvelle (p. 98).

Yendell (P.-S.). — Observations de la couleur de certaines étoiles variables (p. 99).

M. Yendell s'est proposé d'étendre à un certain nombre de variables récemment découvertes la méthode d'examen des colorations proposée par Chandler (*Astr. Journ.*, Vol. VIII, p. 137 et Vol. IX, p. 1).

Conformément aux résultats anciens, ce sont en général les étoiles les plus rouges, c'est-à-dire celles qui éprouvent le plus d'absorption par un écran de verre bleu, qui ont les plus longues périodes. Il semble aussi que leurs périodes soient plus irrégulières.

Bigelow (Harriet W.). — Déclinaisons de certaines étoiles circumpolaires (p. 102).

Travail fait au cercle méridien Walker de l'Observatoire de Détroit, pour répondre à un désir exprimé par le D^r Auwers (*Astr. Nachr.*, n^o 3440). On remarquera l'importance des termes de flexion, qui paraissent bien déterminés.

Doolittle (E.). — Les perturbations séculaires de la Terre, résultant de l'action de Saturne (p. 104).

La méthode employée est celle de Gauss, avec la modification indiquée *Bulletin astronomique*, T. XXIII. (Février 1906.)

dans l'*Astronomical Journal*, n° 386. Les résultats donnés antérieurement par Le Verrier, Newcomb, Hill, sont confirmés, mais l'approximation est poussée plus loin.

Hammond (J.-C.). — Éléments provisoires de la petite planète 1904 NY (p. 105).

Peters (G.-H.). — Positions photographiques de petites planètes (p. 106).

Ces positions, données seulement avec une approximation de 1" et de 0',1 se rapportent aux planètes (52), (54), (72), (85), (96), (125), (353), (411) [1903 NF].

Doolittle (E.). — Anciennes mesures d'étoiles doubles (p. 106).

Carrigan (W.-T.). — Une méthode pour déterminer la direction du mouvement du Soleil dans l'espace (p. 107).

M. Carrigan détermine, par une application élégante de la méthode des moindres carrés, le point du ciel qui tombe le plus près possible des directions des mouvements propres d'un ensemble d'étoiles. La méthode appliquée à 65 étoiles plus brillantes que la grandeur 2,5 donne un résultat peu éloigné de celui qu'on admet en général. Il resterait, dit M. Carrigan, à étendre la méthode à toutes les étoiles dont le mouvement propre est bien connu. Mais le choix de ces étoiles est chose délicate, et il semble peu rationnel de les faire entrer toutes avec le même poids.

Yendell (P.-S.). — Sur les variations de lumière de 6189 U Ophiuchus (p. 109).

Cette variable du type d'Algol a déjà fait l'objet d'études de MM. Sawyer (*Astr. Journal*, Vol. VIII, p. 70) et Chandler (*Astr. Journal*, Vol. XXIV, p. 6 et 61). Les observations de M. Yendell se concilient malaisément avec les précédentes, et font soupçonner quelques changements dans l'état moyen ou dans la durée de la période.

Daniel (Zaccheus.). — Observations de 2387 Nova des Gémeaux (p. 112).

Baker (R.-H.). — Observations de taches solaires (p. 113).

Quimby (A.-W.). — Observations de taches solaires (p. 114).

Kapteyn (J.-C.). — Remarques sur la détermination du nombre et de la parallaxe moyenne des étoiles de différente grandeur, et l'absorption de la lumière dans l'espace (p. 115).

Divers auteurs ont trouvé que la relation entre l'éclat apparent et la densité apparente, pour diverses classes d'étoiles, n'est pas celle que l'on devrait constater dans l'hypothèse d'une densité réelle uniforme et d'une transmission absolument libre de la lumière.

Le Professeur Comstock (*A. J.*, n° 538) et le Professeur Pickering (*Ann. of Harvard College*, t. XLVIII, n° 5) sont tentés de conclure que la lumière subit une très notable absorption sur son trajet. M. Kapteyn se propose de démontrer que l'absorption a été très probablement évaluée trop haut, que l'on ne peut encore se prononcer définitivement à cet égard, mais que l'on possède une méthode qui fera sûrement connaître, avec le temps, l'absorption à diverses distances, si elle est sensible. Les formules de M. Kapteyn sont subordonnées à l'hypothèse que la densité stellaire réelle est fonction de la distance au Soleil seule, et non de la direction. On est obligé de regarder cette densité comme la moyenne des valeurs qui répondent à une distance particulière du Soleil et à toutes les directions imaginables. Les résultats statistiques à utiliser pour la détermination numérique des coefficients doivent donc être empruntés à l'étude du Ciel entier. M. Kapteyn a déjà frayé la voie dans cette direction par un travail antérieur (*Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen*, n° 41.) Les résultats de cette étude ne sont pas définitifs et les matériaux d'observation manquent de l'homogénéité désirable. Tout ce que l'on peut faire maintenant est d'indiquer une relation entre l'absorption et la densité stellaire. Il semble bien que le degré d'absorption admis par le Professeur Comstock aurait pour conséquence une densité excessive aux grandes distances.

Il reste à trouver une méthode qui permette de déterminer ces deux fonctions de la distance indépendamment l'une de l'autre. On peut y arriver si l'on admet que les étoiles intrinsèquement faibles et brillantes sont mêlées, à toute distance du Soleil, en même proportion. Cette hypothèse, d'ailleurs vraisemblable, sera susceptible de contrôle dès que nous serons en possession d'un nombre suffisant de mouvements propres pour les étoiles faibles.

Pour suivre les conséquences de cette hypothèse, on déduit des mou-

vements propres les parallaxes probables et l'on construit pour diverses valeurs de la parallaxe les courbes qui expriment la relation entre la grandeur absolue et la fréquence. La loi de succession de ces courbes indique dans quelle mesure se produit l'absorption avec la distance. Des photographies séparées par un intervalle de quinze années pourraient donner, sans trop de travail, les renseignements nécessaires pour préciser ces conclusions.

Hill (G.-W.). — Développement des fonctions en séries de puissances d'après des valeurs spéciales (p. 123).

Quand une fonction W dépend de quatre paramètres x, x', y, y' , les uns du premier, les autres du second ordre de petitesse, on est amené à développer W en série suivant les puissances et les produits des paramètres, et les coefficients du développement, jusqu'à un certain ordre, peuvent être calculés si l'on connaît les valeurs de W pour un certain nombre de valeurs des paramètres formant des progressions arithmétiques. M. Hill montre comment, partant du nombre de données indispensables, on doit diriger les calculs pour ne pas introduire de combinaisons inutiles.

Barnard (E.-E.). — Observations de deux grands météores (p. 128).

Ces météores ont été vus à l'observatoire Yerkes, le 19 juillet et le 20 juillet 1904. Ils ont été très brillants, sans détonation ni traînées persistantes. Les trajectoires apparentes ont pu être bien déterminées.

King (T.-I.) et Hammond (J.-C.). — Occultations d'étoiles par la Lune, observées à l'équatorial de 12 pouces de l'U. S. Observatory (p. 129).

Doolittle (E.). — Perturbations séculaires de la Terre par l'action d'Uranus (p. 130).

Ce calcul, exécuté par la méthode de Gauss, confirme et précise les résultats donnés par Le Verrier, Newcomb et Hill.

Hammond (J.-C.). — Observations de petites planètes et de la comète a 1904 (Brooks) (p. 131).

Les petites planètes observées portent les numéros (7), (345), (182),

(26), (37), (313), (10), (139), (8), (113), (349), (19), (30), (22),
(21), (202), (40), (79), [1904 NY], (387), (18), (11), (105).

Baker (R.-H.). — Observations de taches du Soleil, faites à l'observatoire du collège d'Amherst (p. 135).

Midzuhara (J.). — Application de la méthode des moindres carrés pour comparer la conformité probable à la nature de deux séries d'équations hypothétiques, dérivées des mêmes observations (p. 136).

On sait que si, après avoir représenté un ensemble d'observations par un groupe d'équations linéaires, on introduit de nouvelles causes d'erreurs hypothétiques, la somme des carrés des résidus sera toujours diminuée. Mais l'introduction des nouvelles inconnues n'est légitimée que si, du même coup, l'erreur moyenne d'une observation se trouve réduite. M. Midzuhara donne le moyen de s'assurer s'il en est ainsi, et trouve qu'il sera généralement avantageux d'introduire, à titre d'essai, le plus grand nombre possible d'inconnues.

Comstock (G.-C.). — Luminosité stellaire et absorption de la lumière des étoiles (p. 139).

Le Professeur Comstock revient ici sur une question discutée par lui dans un travail antérieur (*Astr. Journal*, n° 558), dont les conclusions ont été en partie contestées par le Professeur Kapteyn (*Astr. Journal*, n° 566). Le Professeur Comstock se propose de contrôler par l'observation les trois hypothèses suivantes :

A. Dans l'espace occupé par les étoiles plus brillantes que la grandeur 12,5, la lumière est transmise sans absorption appréciable.

B. Dans cette région la luminosité intrinsèque moyenne des étoiles ne varie pas sensiblement d'une grandeur à l'autre.

C. Dans cette même région, l'excès moyen des parallaxes individuelles sur la parallaxe moyenne, divisé par cette parallaxe moyenne elle-même, donne un rapport qui reste sensiblement le même pour les diverses catégories de grandeurs.

M. Comstock trouve que l'on ne peut conserver simultanément les

hypothèses A, B, C sans se mettre en désaccord avec les faits. Pour conserver à la fois A et B il faut admettre que l'éclat moyen intrinsèque des étoiles ne surpasse guère celui du Soleil. De plus on devrait alors s'attendre à rencontrer un nombre important d'étoiles ayant des parallaxes supérieures à $0^{\prime\prime},6$ et même à $1^{\prime\prime},0$. Enfin, si l'on garde seulement l'hypothèse A, on trouve que l'éclat intrinsèque doit diminuer rapidement, en même temps que l'éclat apparent. Il semble que le parti le plus rationnel soit d'abandonner l'hypothèse A, c'est-à-dire d'admettre que la lumière subit une absorption sur son trajet. Le chiffre très faible proposé par M. Kapteyn comme limite supérieure du coefficient d'absorption est subordonné, dans l'opinion de M. Comstock, à des hypothèses très incertaines.

Bruce (R.-E.). — Observations de taches solaires, faites à l'observatoire de l'Université de Boston (p. 144).

Les observations s'étendent du 22 septembre 1903 au 16 mai 1904. On a suivi autant que possible les taches près du bord solaire, pour reconnaître si elles paraissent élevées ou déprimées par rapport à la photosphère. C'est la seconde apparence qui s'est présentée dans la majorité des cas.

Miller Barr (J.). — Une nouvelle étoile variable de courte période (p. 145).

L'étoile 32 Cassiopée = DM + $64^{\circ}, 127$, visible à l'œil nu, a paru varier d'un tiers de grandeur. La période diffère peu de 8 heures, mais la croissance, aussi bien que la décroissance, s'effectue presque tout entière en 20 minutes. Ce cas est, à certains égards, sans précédent.

Stewart (L.-B.). — Le calcul des positions géodésiques (p. 147).

Le problème résolu par M. Stewart est le suivant : connaissant les coordonnées géographiques d'un point à la surface de la Terre, ainsi que la longueur et l'azimut de la ligne menée de ce point à une autre station, trouver les coordonnées géographiques de la seconde station, et l'azimut de la première, vue de la seconde.

Comète e 1904 (Borrelly). — Observations par J.-G. Porter et E.-E. Barnard (Supplément au n° 570).

Mary W. Whitney et Caroline E. Furness. — Observations de petites planètes et de comètes (p. 153).

Ces observations se rapportent aux petites planètes (24), (29), (46), (48), (57), (79), (113), (324), (380), (423), (478), et aux comètes *a* 1903, *c* 1903, *a* 1904.

Doolittle (C.-L.). — La constante de l'aberration (p. 155).

Résumé d'observations faites avec le télescope zénithal, de 1889 à 1894 à l'Observatoire Sayre, de 1896 à 1903 à l'Observatoire Flower. Dans cette nouvelle série, la marche suivie permet de conclure la constante de l'aberration indépendamment de la variation de latitude et de l'effet de la température sur le micromètre. Les mesures seront encore poursuivies quelque temps. Le résultat actuel est

$$20'',540 \pm 0'',0055.$$

Wilson (H.-C.). — Observations de la comète *d* 1904 (Borrelly) (p. 156).

Comité pour le Catalogue d'étoiles variables de l'*Astronomische Gesellschaft*. Notation d'étoiles variables nouvellement découvertes (p. 156).

Dinwiddie (W.-W.). — Observations de petites planètes, faites à l'équatorial de 26 pouces de l'Observatoire Naval (p. 158).

Ces observations se rapportent aux planètes (46), (47), (49), (90), (108), (153), (156), (241), (317), (334), (336), (388), (403), (423), (451), (455).

Parkhurst (J.-A.). — Minima de la variable du type d'Algol 7096 SY Cygne (p. 160).

Sixième satellite de Jupiter. — Découverte et premières observations par Perrine (p. 160).

Comète d 1904 (Giacobini). — Éléments et éphéméride par Morgan et Lamson (p. 161).

Comète e 1904 (Borrelly). — Éléments et éphéméride par Morgan et Lamson. Observations par J.-G. Porter (p. 161).

Quimby (A.-W.). — Observations des taches du Soleil, faites à Berwyn Penn, avec un réfracteur de 4,5 pouces (p. 162).

Baker (R.-H.). — Observations de taches du Soleil, faites à l'observatoire du collège d'Amherst (p. 163).

Comète e 1904 (Borrelly). — Observation par E.-E. Barnard (p. 164).

Hall (A.). — Note sur les masses de Mercure, de Vénus, de la Terre et sur la parallaxe solaire (p. 164).

On sait que Le Verrier a déduit de la théorie des quatre planètes intérieures d'assez nombreuses équations de condition où figurent les perturbations et les masses. Harkness a trouvé que l'on pouvait mieux satisfaire à l'ensemble de ces équations en réduisant au tiers la masse admise par Le Verrier pour Mercure ($\frac{1}{3000000}$ de la masse du Soleil). M. Hall estime que le chiffre de Harkness pourrait encore être abaissé avec avantage, et qu'il en résulte pour la parallaxe solaire une valeur voisine de 8",76.

Barnard (E.-E.). — Observations de Phœbe, le neuvième satellite de Saturne (p. 165).

Cet objet signalé par le Professeur W.-H. Pickering sur des photographies, a été aperçu deux fois, le 8 août et le 12 septembre 1904, au prix d'efforts considérables. Mais on compte que l'observation en deviendra assez facile dans le grand réfracteur de l'Observatoire Yerkes quand Saturne sera mieux situé.

Boss (L.). — Étude des pivots du cercle méridien Olcott, à l'Observatoire Dudley (p. 167).

Yendell (P.-S.). — Sur la variabilité de F. 32 Cassiopée (p. 173).

Le changement d'éclat a été trouvé régulier, contrairement à l'annonce précédemment faite par M. Barr. (*Astr. Journ.*, n° 569.)

Comète e 1904 (Borrelly). — Éléments elliptiques par M. Aitken.

Comète a 1905 (Giacobini). — Observations par M. Aitken. Éléments et éphéméride par MM. Morgan et Lamson.

P. P.

MÉMOIRES DE LA SECTION TOPOGRAPHIQUE DE L'ÉTAT-MAJOR GÉNÉRAL.
T. LXI, Saint-Petersbourg, 1905.

La colonisation russe en Asie a ouvert à la recherche scientifique de vastes territoires dont l'exploration est poursuivie avec une louable activité. On en jugera par l'énumération, très abrégée, des travaux relatés dans le volume qui vient de paraître, et accomplis de 1899 à 1902.

Compte rendu des opérations géodésiques exécutées dans différentes parties de l'Empire, soit sous la direction immédiate de la Section topographique de l'État-Major général, soit sous celle des Sections topographiques des circonscriptions militaires du Caucase, du Turkestan, de la Sibérie et de l'Amour.

Détermination de la pesanteur par rapport à Tiflis en trente points du Turkestan, par le colonel Zalessky, employant le pendule de Sterneek.

Nivellement de précision le long du chemin de fer transcaspien, par le lieutenant-colonel Pariysky.

Nivellement de précision le long du chemin de fer sibérien, par le général-major Schmidt.

Déterminations astronomiques, télégraphiques ou chronométriques de cinq points de la Mandchourie et de nombreux points de la Sibérie. La plupart des déterminations astronomiques ont été exécutées au moyen d'observations de différentes étoiles, par couples, à des hauteurs rigoureusement égales, en employant la méthode de Zinger pour la recherche de l'heure, et celle de Pentzow pour la recherche de la latitude.

Notiz zu dem Bericht des Herrn Prof. Dr Eggert, über die Einwägungen bei Westend, von Dr W. SCHWEYDAR in Potsdam. (Sonderabdruck aus der « Zeitschrift für Vermessungswesen », Jahrg. 1905, Heft 13).

Divers auteurs, et en dernier lieu le professeur Eggert, ont eu l'occasion de signaler une variation diurne d'environ 0",3 dans la position apparente de la verticale. Le professeur Vogler, commentant ces résultats, y voit l'indice d'une oscillation effective de la verticale, sous l'in-

fluence de l'attraction d'un anneau animé d'une rotation rapide autour de la Terre. Si cette attraction existe, elle doit influencer sur les mouvements du pendule horizontal et sur les marées océaniques.

Le D^r Schweydar propose une interprétation différente : la perturbation dont il s'agit serait un simple plissement superficiel de l'écorce terrestre, plissement dû à la variation diurne de la température. Elle n'affecte pas réellement la verticale, sa période est le jour solaire et non le jour sidéral.

Cette opinion s'appuie sur diverses séries d'observations au pendule horizontal, notamment sur des mesures poursuivies de février à novembre 1903 dans un puits de 25^m de profondeur, où la température n'a que de très faibles variations. La position moyenne du pendule éprouve une oscillation qui dépend dans une faible mesure de la saison, pour une plus forte part de l'heure moyenne. L'amplitude décroît rapidement quand la profondeur augmente, mais la phase est peu altérée. Du reste cette influence de la température se manifeste aussi dans les observations discutées par MM: Eggert et Vogler.

Die Grundlagen der Bestimmung der Erdgestalt, von A. Börsch aus Potsdam. (Sonderabdruck aus den Verhandlungen des III. internationalen Mathematiker-Kongresses, Heidelberg, 1904.)

M. Börsch a donné dans cette conférence un résumé magistral et très instructif des progrès accomplis dans la connaissance de la forme de la Terre. La discordance des aplatissements déterminés par la géodésie a conduit à adopter comme surface de référence, au lieu de l'ellipsoïde de révolution, la surface de niveau définie par Gauss et appelée *géoïde* depuis les travaux de J.-B. Listing.

Gauss a montré que le succès, dans cette recherche, dépend d'une association constante entre les mesures géodésiques et astronomiques. Le premier exemple d'une application pratique de quelque étendue a été donné par Bayer, mais c'est seulement à partir de 1886 qu'une entente internationale a rendu possible l'étude rationnelle du *géoïde*. Il est illusoire, en effet, de vouloir en déterminer isolément une petite fraction.

D'autre part Clairaut avait montré en 1738 comment, dans l'hypothèse la plus vraisemblable sur la constitution intérieure de la Terre, la pesanteur doit varier à la surface avec la latitude. La théorie de Clairaut, généralisée au XIX^e siècle par Stokes, Bruns, Helmert, a conduit à la notion d'un sphéroïde normal, très voisin en pratique d'un ellipsoïde de révolution, et auquel toutes les mesures de pesanteur doivent être rappor-

tées. L'aplatissement de ce sphéroïde est fixé par M. Helmert à $\frac{1}{298,3}$, en tenant compte de l'ensemble des mesures de la pesanteur, et rejetant seulement celles qui ont été faites dans de petites îles. Les mesures du degré demeurent indispensables pour faire connaître le demi-grand axe de l'ellipsoïde terrestre.

Les calculs fondés sur les inégalités apparentes du relief faisaient prévoir des écarts de 1000^m, dans les deux sens, entre le sphéroïde normal et le géoïde. Les mesures de pesanteur ont prouvé que ces écarts étaient en réalité beaucoup moindres. Les élévations du sol sont compensées par des défauts de densité, suivant une loi générale que Pratt avait énoncée comme vraisemblable dès 1855. Une compensation inverse a lieu sous les mers, ainsi que l'a reconnu le Dr Hecker en 1901. Les écarts semblent ne pas dépasser 100^m en valeur absolue, ce qui suffit pour expliquer la discordance des valeurs expérimentales de l'aplatissement.

M. Börsch donne encore un aperçu des méthodes proposées pour représenter effectivement une portion limitée du géoïde. Les méthodes de Y. Villarceau et de Bruns ont l'inconvénient d'utiliser les nivellements géodésiques, peu sûrs à cause de l'incertitude des réfractions, et d'exiger des déterminations astronomiques pour un réseau de points très serré. A ces méthodes M. Helmert substitue avec avantage une espèce de nivellement astronomique, comportant seulement la détermination de la latitude en de nombreux points d'un même méridien. Ici encore, les lignes tracées du Nord au Sud à travers l'Allemagne révèlent une concordance inespérée entre le géoïde et l'ellipsoïde de Clarke. On prévoit le moment où l'on pourra déterminer la courbure des verticales et mettre en lumière les causes profondes des anomalies superficielles.

Observatoire de l'Université d'Oxford. — Trentième rapport annuel, pour la période allant du 1^{er} mai 1904 au 1^{er} avril 1905.

Ce compte rendu, présenté par le professeur H.-H. Turner, signale l'application de l'éclairage électrique à l'équatorial astrophotographique. On se sert de l'instrument pour remplacer des clichés anciens qui ne sont plus considérés aujourd'hui comme satisfaisants.

Le travail des mesures pour le Catalogue astrophotographique est terminé. Les machines devenues disponibles sont utilisées par MM. Saunder et Hardcastle sur des clichés lunaires de l'Observatoire de Paris, par M. Plummer sur une épreuve de l'amas d'Hercule obtenue à Yerkes.

Les plaques d'Éros, entre le 7 et le 15 novembre 1900, ont été mesurées

et discutées par M. Hinks, conjointement avec celles d'autres observatoires. Les conclusions de ce travail ont paru dans les *Monthly Notices*, numéro de juin 1904.

La confrontation, au stéréocomparateur, de clichés d'une même région du ciel à des époques différentes n'a pas fourni de résultat intéressant.

Le directeur et M. Bellamy se préparent à observer en Égypte l'éclips totale du 30 août 1905.

Le gouvernement et l'Université ont décidé de contribuer pour 25000^{fr} à la publication du Catalogue astrophotographique international, pour la portion dévolue à Oxford.

Observatoire royal de Greenwich. — Rapport présenté par l'Astronome royal, pour la période allant du 11 mai 1904 au 10 mai 1905.

L'observation des étoiles de référence pour la zone confiée à l'Observatoire de Greenwich dans le Catalogue astrophotographique est terminée. On se propose d'entreprendre un Catalogue semblable pour la zone 24°-32°, confiée à Oxford.

On a fait pour l'année 1904 l'étude des équations personnelles, celle de la discordance entre les observations directes et réfléchies, celle de l'écart systématique entre l'observation du nadir et celle des étoiles observées par réflexion (environ 0",25).

Les observations de Groombridge ont été réduites à nouveau, imprimées et discutées à divers points de vue par MM. Dyson et Thackeray (voir *Monthly Notices*, mars 1905).

L'altazimuth, employé dans le méridien, a fourni un grand nombre de positions du Soleil, des planètes, des bords de la Lune, du cratère Mösting A. L'accord avec l'instrument des passages est satisfaisant.

Les équatoriaux ont été utilisés pour les occultations, les étoiles doubles, la photographie du satellite de Neptune, des petites planètes et des comètes. La réduction des clichés pris dans la dernière opposition d'Éros est très avancée.

On a terminé la mesure des plaques du Catalogue, pour la section dévolue à Greenwich, et réalisé un progrès marqué dans la construction et la publication de la Carte. Par comparaison avec la *Bonner Durchmusterung*, dans les mêmes régions, le nombre des étoiles se trouve multiplié par 7 environ avec la pose de 6 minutes et par 25 avec la pose de 40 minutes.

Des photographies mesurables du Soleil ont été obtenues pour 209 jours dans l'année 1904. Les lacunes sont remplies, sauf trois, par les observatoires associés de l'Inde et de l'île Maurice.

Les relevés magnétiques et météorologiques ont été continués sur le même plan que précédemment. Des astronomes de Greenwich se transporteront en Tunisie et au Labrador pour l'observation de l'éclipse totale du 30 août 1905.

Carnegie Institution of Washington : Contributions from the Solar Observatory, mont Wilson, California. N° 1. — A study of the conditions for solar research at mont Wilson, by G.-E. HALE.

En 1902 le D^r Langley avait recommandé à la sollicitude de l'Institution Carnegie la fondation d'un observatoire de grande altitude affecté aux études solaires. Un examen préalable fait par le professeur Hussey conclut en faveur du choix du mont Wilson (Californie méridionale). Comparée au mont Hamilton, cette station se recommande par un climat plus sec, un air plus calme, des abords mieux garnis de végétation, ce qui diminue l'échauffement de l'air pendant le jour. Les avantages du mont Wilson sont beaucoup moins marqués, si l'on a principalement en vue les observations de nuit. Dans deux séjours successifs, en décembre 1903 et en avril 1904, le professeur Hale a fait une étude plus complète des conditions météorologiques et dressé le programme des observations qui semblent pouvoir être entreprises au mont Wilson avec des chances toutes particulières de succès. D'excellentes images solaires s'obtiennent habituellement dans la matinée et seulement par exception aux heures chaudes du jour. Les expériences du professeur Hale sont particulièrement intéressantes pour les astronomes appelés à utiliser des cœlostats avec lunette horizontale fixe. Il y a, paraît-il, tout bénéfice à supprimer le tube, si l'on peut éviter que les rayons réfléchis ne passent près du sol. Un grand avantage de la lunette fixe est de se prêter à l'adjonction d'un spectroscopie puissant et de longue distance focale.

Contributions from the Solar Observatory, mont Wilson, California. N° 2. — The Solar Observatory of the Carnegie Institution of Washington, by G.-E. HALE.

Un don généreux de Miss Helen Snow a permis la construction d'un instrument de type nouveau, désigné dans les rapports du professeur Hale sous le nom de *Snow Telescope*. Il comprend essentiellement deux miroirs plans, dont le premier est monté en cœlostate, et deux miroirs concaves de 20^m et 50^m de distance focale. Ces deux derniers miroirs peuvent être substitués l'un à l'autre. Les expériences faites à l'Obser-

vatoire Yerkes, avec la collaboration de M. Adams, ont montré que la définition des images solaires ou stellaires s'améliore quand on place le miroir du cœlostât à une certaine hauteur au-dessus du sol. Il n'a pas été trouvé avantageux d'agiter l'air sur le trajet des rayons, comme l'a conseillé M. Langley. Au mont Wilson le cœlostât, le second miroir plan et leur abri commun roulant sur rails sont portés sur un pilier de 8^m de hauteur. Le miroir concave est au fond d'une longue construction en bois, et renvoie les rayons dans une direction très voisine de leur incidence. Tous les abris sont à parois doubles, et des dispositions spéciales sont prises pour assurer la ventilation dans l'intervalle. L'instrument se complète par cinq spectrographes, trois à prismes et deux à réseaux, pouvant être facilement échangés.

La hauteur et l'isolement du mont Wilson ont déterminé le professeur Hale à suivre, dans la construction de l'Observatoire, un plan assez inusité, pouvant justifier la qualification de *monastère*. Il a paru essentiel d'assurer à chaque observateur un logement et un lieu de travail séparé, mais non de prévoir des emplacements pour les familles, les ateliers de construction, les bureaux de calculateurs, qui peuvent être mieux installés dans la ville voisine.

P. P.

F. BIDSCHOF et A. VITAL. — FUNFSTELLIGE MATHEMATISCHE UND ASTRONOMISCHE TAFELN. ZUM GEBRAUCHE FÜR MATHEMATIKER, ASTRONOMEN, GEOGRAPHEN UND SEEHUTE, ZUSAMMENGESTELLT UND MIT FORMELSAMMLUNGEN VERSEHEN. (Tables mathématiques et astronomiques à 5 décimales, à l'usage des Mathématiciens, des Astronomes, des Géographes et des Navigateurs, avec des recueils de formules.)

Cet Ouvrage sera bien accueilli de beaucoup de nos lecteurs, parce qu'il donne, dans une forme très condensée et maniable, un ensemble de Tables fréquemment nécessaires aux calculateurs, aux astronomes, aux géographes et aux navigateurs, et qui serviront dans le cas ordinaire où 5 décimales suffisent.

On connaît bien les Tables si utiles de Caillet et d'autres; mais, tandis que ces recueils s'adressent particulièrement aux navigateurs, celui que nous annonçons, beaucoup plus riche, s'adresse, en outre, aux astronomes et aux géographes.

Les 59 Tables qu'il renferme sont classées de manière à rapprocher celles qui sont plus particulièrement utiles à chaque catégorie de personnes auxquelles s'adresse l'Ouvrage; en outre, quand une Table n'exige

que deux pages, on a eu soin de placer les deux pages en regard; et les formules sont rappelées au bas de chaque page.

Ainsi les Tables 1 à 13 renferment à peu près ce que l'on trouve dans les Tables de logarithmes ordinaires : En tête, une Table (1) de parties proportionnelles, — les logarithmes d'addition et de soustraction (5), — les carrés de tous les nombres de 0,000 à 3,000 (6), — et aussi les logarithmes de $\sin^2 \frac{t}{2}$, nécessaires pour le calcul de l'angle horaire (7).

Les Tables 14 à 34 sont celles particulièrement utiles aux navigateurs et aux géographes : Tables de réfraction (21) de Bessel, étendues et très pratiques, auxquelles a été ajoutée une Table pour le calcul de la réfraction différentielle. — La Table 25 est celle des azimuts de M. Perrin modifiée, et qui d'ailleurs peut servir à d'autres qu'aux navigateurs. — La Table 27 donne, jusqu'à 60° de latitude, les angles horaires et la hauteur à l'heure où la variation de hauteur est la plus rapide. — Puis viennent : la Table 29 pour la réduction des hauteurs circumméridiennes, — celles (32 et 33) qui permettent de déterminer la latitude et l'azimut par la polaire, — celle (35) des arcs semi-diurnes jusqu'à 30° de déclinaison et 60° de latitude, avec une petite Table de correction pour le lever et le coucher du Soleil à l'horizon de la mer. — La Table 36 est celle des amplitudes.

Les Tables 37 à 42 seront utiles aux astronomes, aux géographes et aux navigateurs : elles donnent les coefficients de l'inclinaison (37) et de l'azimut (38) dans la formule de Tobie Mayer pour les passages au méridien; puis les longueurs des arcs de méridien et de parallèle de la Terre, avec les positions géographiques des Observatoires.

Les Tables suivantes (43-53) s'adressent plus particulièrement aux astronomes : — coefficients de la formule d'interpolation de Newton (43), — calcul de la précession (45), — valeur approchée de la précession en ascension droite et en déclinaison (46); — table de Tietjen pour la solution du problème de Képler (47), — valeur approchée de l'anomalie excentrique donnée directement comme dans les Tables d'Asstrand (48), — calcul de l'anomalie vraie dans la parabole (49), — solution de l'équation d'Euler dans le mouvement parabolique (50), — table d'Encke, dite *Table f*, servant au calcul des perturbations spéciales des coordonnées rectangulaires (51), — table pour faciliter le calcul des coefficients différentiels des éléments de la parabole, d'après Schönfeld et Götze (52), — éléments du système solaire (53).

Enfin les dernières Tables seront plus particulièrement utiles aux physiciens : correction de la température pour le baromètre à mercure (54), — correction de gravitation pour ramener la hauteur barométrique à la latitude de 45°, etc.

En addition sont rappelées un grand nombre de formules de tout genre : trigonométrie, tant rectiligne que sphérique; navigation; astronomie pratique et astronomie théorique; perturbations; différentiations et intégrations mécaniques; application de la méthode des moindres carrés, etc.

Tout cela, Tables et texte, est condensé en 219 pages, avec disposition toujours claire et dans un format encore fort commode. Aussi cet Ouvrage nous paraît-il appelé à rendre de vrais services.

G. B.

ANNUAIRE.

La librairie Gauthier-Villars (55, quai des Grands-Augustins) vient de publier, comme chaque année, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1906. — Ce petit volume compact contient, comme toujours, une foule de renseignements indispensables à l'ingénieur et à l'homme de Science. Cette année, nous signalons tout spécialement la Notice de M. G. BIGOURDAN : *Les éclipses de Soleil. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses*. In-16 de près de 900 pages avec figures : 4^{fr}, 50 (franco, 4^{fr}, 85).



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

REMARQUE SUR LA DÉTERMINATION DES ORBITES CIRCULAIRES;

PAR M. HENRI BOURGET.



1. Tisserand a montré (*Bull. astr.*, t. XII, 1895, p. 53) que l'équation dont dépend le rayon d'une orbite circulaire déterminée par deux observations peut ne pas avoir de racine réelle si le moyen mouvement est convenablement choisi. La note de Tisserand avait été provoquée par la rencontre faite par M. Schulof d'un cas offrant cette circonstance, celui de la planète (391).

La démonstration de Tisserand suppose les deux observations très voisines et il semble difficile, suivant l'opinion même de Tisserand, de s'affranchir de cette hypothèse. Peut-être verra-t-on avec quelque intérêt une démonstration simple de l'existence de la limitation du moyen mouvement, en supposant les observations quelconques. C'est ce qui m'a engagé à publier cette petite Note de caractère très élémentaire.

2. Chaque observation donne une droite dans l'espace. Soient d_1 et d_2 les deux droites ainsi obtenues et $SP_1 = p_1$, $SP_2 = p_2$ les perpendiculaires abaissées du Soleil S sur ces droites.

Déterminer une orbite circulaire, c'est trouver deux rayons vecteurs égaux $SQ_1 = SQ_2 = r$ faisant entre eux un angle u de grandeur telle que le rayon vecteur héliocentrique de la planète balaye cet angle pendant le temps θ , écoulé entre les deux observations.

Si n désigne le moyen mouvement, on a

$$u = n\theta, \quad n^2 r^3 = k^2 \quad (k = \text{const. de Gauss}).$$

On en tire

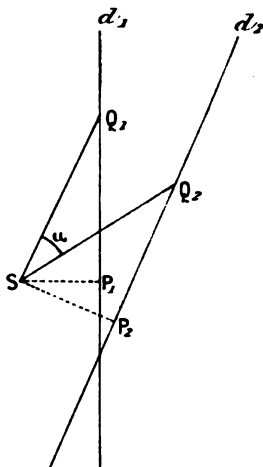
$$k\theta = ur^{\frac{3}{2}}.$$

Il est clair que, si $k\theta$ prend toute la série des valeurs positives quand les rayons vecteurs égaux occupent toutes les positions possibles, on pourra toujours trouver une orbite circulaire satis-

faisant aux deux observations. Si, au contraire, la variation de $k\theta$ est limitée, il n'y aura pas toujours d'orbite satisfaisante.

On peut trouver simplement une limite inférieure de $k\theta$, en excluant les cas où les droites d_1, d_2 se coupent ou sont parallèles.

L'angle u a alors un minimum différent de 0, car, s'il pouvait



prendre la valeur 0, les deux rayons vecteurs égaux SQ_1 et SQ_2 coïncideraient et les droites d_1, d_2 seraient concourantes ou parallèles. Soit m ce minimum, on a

$$u \geq m,$$

c'est-à-dire

$$k\theta \left(\frac{1}{r} \right)^{\frac{3}{2}} \geq m,$$

d'où

$$k\theta \geq mr^{\frac{3}{2}}.$$

Mais, d'autre part, r a un minimum, la plus longue des deux perpendiculaires p_1, p_2 , soit p_2 par exemple. On a donc

$$k\theta > mp_2^{\frac{3}{2}}.$$

Le signe $=$ doit être exclu, le minimum de r n'ayant pas nécessairement lieu en même temps que le minimum de u .

Si donc

$$k\theta < mp_2^{\frac{3}{2}},$$

il n'y a pas d'orbite circulaire satisfaisant aux deux observations. C'est le résultat de Tisserand; une limitation supérieure de θ équivalant à une limitation inférieure du moyen mouvement.

On aurait évidemment la limite précise, en cherchant les limites de variation de la quantité

$$u.r^{\frac{3}{2}};$$

cette recherche paraît difficile dans le cas général des droites d_1 , d_2 quelconques.

3. Si les droites d_1 et d_2 se rencontrent, il est manifeste que $k\theta$ peut prendre toutes les valeurs.

4. Si les droites d_1 et d_2 sont parallèles, la recherche des maxima et minima de la quantité $u.r^{\frac{3}{2}}$ conduit à une équation transcendante compliquée dont il semble impossible de rien conclure.

Si enfin l'on suppose, de plus, que le point S se projette orthogonalement au milieu de l'intervalle des deux droites, on trouve sans peine que l'angle $\frac{u}{2}$ correspondant au *minimum* de $u.r^{\frac{3}{2}}$ est racine de l'équation transcendante bien connue

$$\lg x - \frac{3}{2} x = 0,$$

$k\theta$ est donc encore limité supérieurement dans ce cas simple.

SUR LA PRÉCISION DES OBSERVATIONS AU CHRONOGRAPHE IMPRIMANT; ✓

PAR MM. F. BOQUET ET J. CHATELU.

(DEUXIÈME NOTE.)

Dans une Note publiée précédemment (*Bull. astr.*, t. XXII, p. 283) nous avons montré avec quelle précision les tops pouvaient être enregistrés à l'aide du chronographe imprimant de M. l'abbé Verschaffel. Depuis cette époque la roue rapide du chronographe de M. Gautier, primitivement chiffrée en dixièmes, ayant été divisée en centièmes, nous avons répété avec cet appareil les expériences que nous avons décrites dans la Note précé-

dente. Toutes les 10 secondes, au moment de la chute de l'aiguille sur la seconde choisie et indiquée par une pendule de temps moyen, nous avons donné le top à enregistrer.

Nous avons choisi comme pendule de temps moyen la pendule F. Berthoud, directrice des deux circuits urbains. Cette pendule est réglée avec le plus grand soin de sorte que la marche peut être considérée comme nulle.

Nous donnons dans les deux Tableaux suivants les résultats obtenus.

Les tops ont été envoyés de 10 en 10 secondes de $22^h 10^m 0^s$ à $22^h 16^m 0^s$ de temps moyen pour le premier Tableau, et de $22^h 37^m 0^s$ à $22^h 43^m 0^s$ de temps moyen pour le deuxième Tableau.

Observateur : F. BOQUET.

1905 Juillet 4, C_p moyen = $45^s, 72$.

Temps sidéral du chronographe.	C_p chron.	Écart de la moyenne.	Temps sidéral du chronographe.	C_p chron.	Écart de la moyenne.
$h \quad m \quad s$	s	s	$h \quad m \quad s$	s	s
5. 1.40,94	45,73	+0,01	5. 4.51,46	45,73	-0,01
1.50,90	45,67	+0,05	5. 1,47	45,72	0,00
2. 0,92	45,66	+0,06	5.11,51	45,73	-0,01
2.10,95	45,66	+0,06	5.21,52	45,71	+0,01
2.21,00	45,68	+0,04	5.31,59	45,75	-0,03
2.31,08	45,74	-0,02	5.41,61	45,75	-0,03
2.41,07	45,70	+0,02	5.51,60	45,71	+0,01
2.51,07	45,67	+0,05	6. 1,64	45,72	0,00
3. 1,15	45,73	-0,01	6.11,66	45,72	0,00
3.11,15	45,70	+0,02	6.21,68	45,71	+0,01
3.21,22	45,74	-0,02	6.31,74	45,74	-0,02
3.31,25	45,74	-0,02	6.41,74	45,71	+0,01
3.41,26	45,73	-0,01	6.51,80	45,75	-0,03
3.51,28	45,72	0,00	7. 1,80	45,72	0,00
4. 1,35	45,76	-0,04	7.11,84	45,73	-0,01
4.11,35	45,73	-0,01	7.21,87	45,73	-0,01
4.21,37	45,73	-0,01	7.31,91	45,75	-0,03
4.31,42	45,75	-0,03	5. 7.41,96	45,77	-0,05
5. 4.41,47	45,77	-0,05			

Écart.

0',00. 0',01. 0',02. 0',03. 0',04. 0',05.

Nombre d'observations 5 13 6 5 2 4

Deux tops seulement ont été enregistrés avec un écart supérieur à $0^s,05$.

L'erreur moyenne d'une détermination est égale à $\pm 0^s,028$, celle de la valeur C_p chron. est $0^s,005$.

Observateur : J. CHATEL.

1905 Juillet 4, C_p moyen = $45^s,90$.

Temps sidéral du chronographe.	C_p chron.	Écart de la moyenne.	Temps sidéral du chronographe.	C_p chron.	Écart de la moyenne.
^h ^m ^s	^s	^s	^h ^m ^s	^s	^s
5.28.45,53	45,89	+0,01	5.31.56,09	45,93	-0,03
28.55,60	45,93	-0,03	32. 6,09	45,90	0,00
29. 5,57	45,87	+0,03	32.16,10	45,88	+0,02
29.15,63	45,91	-0,01	32.26,14	45,90	0,00
29.25,65	45,90	0,00	32.36,15	45,88	+0,02
29.35,70	45,92	-0,02	32.46,22	45,92	-0,02
29.45,70	45,89	+0,01	32.56,23	45,90	0,00
29.55,75	45,92	-0,02	33. 6,29	45,94	-0,04
30. 5,73	45,87	+0,03	33.16,33	45,95	-0,05
30.15,81	45,92	-0,02	33.26,29	45,88	+0,02
30.25,80	45,88	+0,02	33.36,35	45,91	-0,01
30.35,81	45,87	+0,03	33.46,39	45,93	-0,03
30.45,85	45,88	+0,02	33.56,41	45,92	-0,02
30.55,89	45,89	+0,01	34. 6,41	45,89	+0,01
31. 5,96	45,94	-0,04	34.16,43	45,89	+0,01
31.15,94	45,89	+0,01	34.26,48	45,91	-0,01
31.25,92	45,84	+0,06	34.36,52	45,92	-0,02
31.35,98	45,87	+0,03	5.34.46,55	45,92	-0,02
5.31.46,12	45,99	-0,09			

Écarts.						
0 ^s .00.	0 ^s .01.	0 ^s .02.	0 ^s .03.	0 ^s .04.	0 ^s .05.	
Nombre d'observations	4	9	12	7	2	1

Deux tops ont été enregistrés avec un écart supérieur à $0^s,05$.

L'erreur moyenne d'une détermination est, comme dans la série précédente, égale à $\pm 0^s,028$; il en est par suite de même pour l'erreur moyenne $0^s,005$ de la valeur C_p chron.

Deux autres séries nous ont donné sensiblement les mêmes valeurs de la correction du chronographe : $45^s,77$ pour le premier

observateur et $45^s,90$ pour le second observateur, avec des erreurs moyennes du même ordre.

Nous voyons que les corrections du chronographe obtenues par les deux observateurs diffèrent d'une façon sensiblement constante. Cette différence est d'ailleurs tout à fait comparable à celle que nous avons obtenue le 4 avril 1905 en utilisant le chronographe de M. l'abbé Verschaffel. Elle nous permet d'avoir une idée de la valeur de la différence d'équation personnelle dans les observations de passage.

En résumé, la précision des observations est la même pour les deux appareils et l'on est en droit de conclure que les deux procédés de synchronisation sont équivalents.

**SUR LA CAUSE DU TROUBLE DES IMAGES SOLAIRES AU Foyer
D'UN RÉFRACTEUR PAR SUITE D'UNE EXPOSITION PROLONGÉE AU SOLEIL;**

PAR LE P. CHEVALIER (S. J. .

Directeur de l'Observatoire astronomique de Zo-Se.

Tous les observateurs du Soleil ont remarqué que, même par le ciel le plus pur, les images solaires ne tardent pas à se troubler par suite d'une exposition plus ou moins prolongée de l'objectif aux rayons du Soleil. Si je ne me trompe, on attribue communément cet effet à l'agitation de l'air échauffé à l'intérieur du tube de la lunette (¹). Un fait d'expérience paraît au contraire de nature à faire supposer que les vibrations de l'air au contact de l'objectif en sont une des causes principales. Je crois, en faisant connaître ce fait, pouvoir rendre service à d'autres observateurs du Soleil.

Dès que les images se troublent, si un aide agite au-dessous de l'objectif un large éventail fixé à l'extrémité d'un bambou, on remarque aussitôt un double phénomène : 1° les images reprennent, en grande partie du moins, leur netteté primitive; 2° elles oscillent légèrement dans le champ de la lunette.

(¹) SERRI, *Le Soleil*, 2^e édition, p. 38.

Il ne paraît pas trop difficile de se rendre compte de ce double résultat. Tous les effets de l'air sur les rayons lumineux, dont il y ait lieu de tenir compte dans la question présente, doivent se réduire à des effets de réfraction. Prenons le faisceau de rayons lumineux émanés d'un point de la surface solaire qui rencontre à un instant donné la surface extérieure de l'objectif. De deux choses l'une : ou bien tous ces rayons ont subi des réfractions identiques ; ou bien ils ont subi des réfractions différentes. Dans le premier cas, les rayons donneront dans le plan focal de l'objectif une image nette du point d'où ils émanent. Dans le second cas, entrant dans l'objectif comme s'ils émanaient de points différents, ils ne pourront se réunir dans le plan focal et donner une image nette du point de la surface solaire. L'image du Soleil manquera de netteté. Or, quand la surface des objectifs est échauffée, la couche d'air en contact avec elle est remplie d'ondes coordonnées et raréfiées, nombreuses et courtes ; et en traversant cette couche les rayons subissent les réfractions les plus variées et les plus changeantes, d'où résultera nécessairement un trouble de l'image.

Quand on agite sous l'objectif un éventail il se produit un courant d'air intermittent, une série d'ondes alternativement condensées et raréfiées beaucoup plus larges que l'objectif ; les rayons émanés d'un point du Soleil subiront les mêmes réfractions et donneront dans le plan focal une image nette. Tout au plus ces ondes pourront-elles produire l'effet d'une lentille alternativement convergente ou divergente modifiant très légèrement la distance focale. D'après l'expérience, il semblerait qu'elles agissent plutôt comme une lame à faces parallèles qui oscillerait devant l'objectif et déplacerait l'image dans le champ. Il paraît probable qu'un courant d'air continu produit par un éventail électrique aurait le même avantage, sans présenter les mêmes inconvénients. Il pourrait en outre servir à toutes les hauteurs du Soleil, ce que ne peut faire notre éventail. Mais cela n'a pas encore été essayé ici.

SUR LA VARIABILITÉ DE 68 *u* HERCULE;

PAR M. H.-E. LAU.

La variabilité de 68 *u* Hercule a été découverte, en 1869, par Jul. Schmidt. D'après les observations faites par Schmidt, Schwab, Yendell et Luizet, de 1873 à 1899, la variabilité serait irrégulière. Le spectre de 68 *u* Hercule étant du type Orion (IV *a, b* Maury), cette étoile semblerait ou appartenir au type des variables de la nébuleuse d'Orion, ou représenter un type jusqu'ici inconnu. Par ces motifs, j'ai voué à cette étoile une attention spéciale.

Du 21 juin 1904 au 3 janvier 1906, j'ai obtenu 388 comparaisons de l'éclat de la variable à ceux de *e* et *ω* Hercule. En combinant mes taxations avec les mesures photométriques faites à Potsdam et à Harvard College, j'ai obtenu les grandeurs suivantes (système Harvard) des étoiles de repère :

e Hercule..... 4^m,73 *ω* Hercule..... 5^m,24

Les colonnes du Tableau ci-dessous indiquent : 1° le temps moyen de Paris; 2° l'éclat de la variable; 3° le nombre des comparaisons.

Observations de 68 u Hercule.

Date.	<i>m.</i>	Comp.	Date.	<i>m.</i>	Comp.
1904. JUIN 21,92...	5,10	3	AOUT 7,90...	5,02	2
23,94...	5,21	3	8,86...	5,00	6
JUILL. 1,83...	4,80	2	9,92...	5,02	6
13,03...	4,57	2	15,87...	5,17	4
16,03...	4,89	2	16,86...	5,06	2
19,83...	4,66	2	19,86...	5,01	1
20,87...	4,62	4	20,86...	5,00	2
22,85...	4,71	4	21,86...	4,95	2
27,93...	4,94	2	23,00...	4,84	2
29,00...	5,04	2	25,90...	5,06	2
29,93...	4,99	2	28,83...	5,14	3
30,90...	4,99	2	29,83...	4,99	3
AOUT 2,90...	5,02	4	30,83...	4,99	2
3,93...	5,07	2	31,83...	4,64:	2 ⁽¹⁾
4,87...	5,00	4	SEPT. 1,83...	4,84	2

(¹) Rejeté dans la formation de la courbe de lumière.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

89

Date.	m.	Comp.	Date.	m.	Comp.
1904. SEPT. 3,80...	4,94	2	Mai 29,45...	5,03	6
4,80...	5,04	2	Juin 8,96...	4,98	4
5,83...	4,99	3	12,93...	4,98	4
6,83...	4,84	2	13,97...	5,07	4
7,83...	4,76	17	19,93...	5,11	4
10,83...	4,64	2	25,93...	5,19	4
11,79...	4,84	3	Juill. 9,02...	4,78	6
12,80...	4,69	3	19,93...	4,65	4
13,83...	5,05	4	24,89...	4,80	4
16,80...	4,94	2	27,93...	4,91	1
18,80...	4,59	2	Aout 2,93...	4,84	2
20,87...	4,94	2	7,89...	5,02	2
27,80...	4,84	3	12,83...	4,83	6
28,83...	4,74	2	16,82...	4,92	5
30,83...	4,79	5	19,79...	4,89	6
Oct. 3,76...	4,78	3	SEPT. 4,75...	5,00	14
5,82...	4,64	2	10,79...	4,93	9
8,83...	4,84	3	13,80...	5,07	4
9,83...	4,67	2	13,80...	4,97	2
11,83...	4,69	2	17,80...	5,01	4
28,83...	4,89	4	18,80...	5,02	9
Nov. 4,83...	4,69:	3 ⁽¹⁾	20,72...	4,87	3
6,80...	4,94	3	22,72...	4,86	2
Déc. 5,80...	4,94	7	30,69...	4,66	4
14,71...	5,14	4	Oct. 5,91...	4,73	2
19,67...	5,05	2	11,69...	4,73	2
05. JANV. 13,05...	5,04	2	14,83...	4,99	2
18,07...	5,21	2	16,72...	5,22	2
20,09...	5,13	2	17,76...	5,10	12
Févr. 8,00...	4,94	3	18,72...	5,14	3
Mars 3,04...	5,05	4	19,72...	5,13	2
5,04...	5,19	4	26,73...	4,60:	2 ⁽¹⁾
Avril 22,83...	5,04	4	Nov. 7,76...	4,80	2
24,93...	4,89	1	Déc. 10,67...	4,84	2
27,79...	4,69	2	13,71...	4,80	3
Mai 1,99...	4,56	2	13,79...	4,86	4
3,80...	4,73	2	16,69...	4,96	2
5,93...	4,95	3	17,71...	4,93	2
10,03...	4,88	2	18,71...	4,89	2
12,93...	5,02	4	28,27...	4,89	2
14,02...	5,22	4	1906. JANV. 2,77...	5,08	3
1592...	5,26	4	4,06...	5,04	2
23,98...	5,17	4			

¹⁾ Rejeté dans la formation de la courbe de lumière.

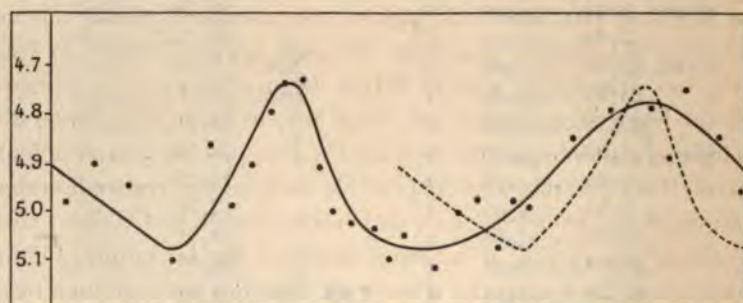
En rapportant ces observations sur un diagramme, j'ai obtenu les maxima et minima suivants :

Maxima....	1904,53	1905,54	Minima....	1904,44	1905,42
	1904,75	1905,75		1904,63	1905,65
	1905,33	1905,92		1904,90	1905,84

On peut donc fixer la durée de la période à $0^{\text{an}}, 200 = 73$ jours. Cependant, si l'on trace une courbe lumineuse correspondant à cette valeur, on obtient des écarts intolérables d'un caractère nettement systématique. J'ai donc dédoublé la période sus-mentionnée, ce qui revient à ranger *u* Hercule parmi les variables du type β Lyre. Le Tableau ci-dessous donne les éclats moyens observés de *u* Hercule, l'époque 1904,0 étant prise pour origine de temps :

Phase. an	Grandeur.	Nuits.	Phase. an	Grandeur.	Nuits.	Phase. an	Grandeur.	Nuits.
0,008	4,98	3	0,154	4,91	3	0,265	4,98	3
0,027	4,90	3	0,163	5,00	4	0,276	4,99	3
0,049	4,94	1	0,174	5,02	7	0,283	4,93	3
0,074	5,10	3	0,187	5,03	3	0,301	4,85	6
0,095	4,86	2	0,195	5,10	5	0,323	4,79	4
0,106	4,99	4	0,204	5,05	4	0,346	4,78	6
0,117	4,90	4	0,223	5,11	2	0,357	4,89	3
0,127	4,79	3	0,236	5,00	5	0,368	4,74	9
0,135	4,73	3	0,246	4,98	5	0,386	4,84	1
0,147	4,72	4	0,256	5,08	4	0,396	4,95	2

La courbe de lumière (*figure*) donne pour les éclats extrêmes



de 68 *u* Hercule : Max. = $4^{\text{m}}, 75$, Min. = $5^{\text{m}}, 07$. La courbe pointillée représente le premier maximum déplacé d'une demi-période.

On voit qu'il n'est pas possible de faire coïncider les deux branches de la courbe.

D'après la courbe de lumière, il faut supposer que 68 *u* Hercule se compose de deux étoiles des grandeurs 5,1 et 6,6. Le diamètre du compagnon serait moitié environ de celui de l'astre principal et l'orbite légèrement elliptique. La continuité de la variation montre que les deux composantes sont à peine séparées, ce qui s'accorde avec les conclusions tirées de l'examen du spectre.

**ROTATIONS SIMULTANÉES
DES DEUX CERCLES D'UNE MÉRIDienne. REMARQUES DIVERSES;**

PAR M. PAUL BRUCK.

I. Les recherches de haute précision entreprises à l'Observatoire de Paris sous l'impulsion de M. Lœwy ont posé à l'observateur quelques problèmes intéressants. Ainsi on a été conduit à se demander si, dans les lunettes pourvues de deux cercles divisés comme celle que nous avons à Besançon, les angles de rotation mesurés simultanément aux deux cercles s'accordent rigoureusement ou présentent une différence systématique. Je viens de faire des expériences pour élucider la question : elles me conduisent à affirmer l'égalité rigoureuse des angles. Les observations faites ici depuis longtemps n'avaient jamais manifesté de discordance, pourtant il n'était pas inutile de porter une attention spéciale sur ce point avec élimination soigneuse de toute cause d'erreur aux lectures. Les principales sont le défaut de mise au point et le mauvais éclairage. Nos cercles ont vingt ans, la surface du limbe est quelque peu altérée par places, mais les divisions ont conservé leur netteté. Il n'a pas toujours été possible de faire disparaître les raies lumineuses qui encadrent parfois le trait noir de la division : ceci ne semble pas exercer d'influence fâcheuse sur les pointés. Pour la précision, il est essentiel d'avoir un trait noir terminé bien nettement et non estompé sur les bords.

Un autre point important, c'est la propreté des verres. Rien ne gêne l'observateur comme le trouble des images causé par un verre

qui n'est pas très net. Il ne faut pas hésiter à essayer les oculaires à chaque série d'observations.

J'ai donc fait des calages de 60° en 60° en lisant les microscopes au moins deux fois. Les angles de rotation sont indépendants des erreurs de division puisqu'on a toujours affaire aux mêmes traits. Je donne ci-dessous deux séries de lectures E et O des cercles est et ouest avec les différences $O - E$ des angles mesurés. Les calages adoptés au départ sont ceux du Nadir et du passage inférieur de la Polaire. Les lectures ont été faites sur les 6 microscopes, mais nous ne donnons ici que les chiffres relatifs à 4 microscopes parce qu'on n'a fait faire à la lunette qu'une demi-rotation.

Est.	Angle = 60° .	Ouest.	Angle = 60° .	O. — E.
42°.49'.56",15	+0",13	317°.9'.55",75	+0",25	+0",12
102.49.56,28	—0,05	257. 9.55,50	—0,08	—0,03
162.49.56,23	+0,15	197. 9.55,58	—0,02	—0,17
222.49.56,38		137. 9.55,60		
178.55. 1,15	—1,87	181. 4.52,32	—1,81	+0,06
238.54.59,28	+0,32	121. 4.54,13	+0,33	+0,01
298.54.59,60	—0,67	61. 4.53,80	—0,72	—0,05
358.54.58,93		1. 4.54,52		

31 mesures pareilles m'ont donné + 0",02 comme moyenne des différences $O - E$ avec 16 différences au plus égales en valeur absolue à 0",01, 8 égales à 0",02, 3 égales à 0",03, 3 égales à 0",4 et 1 égale à 0",5. Il y a 15 différences positives et 16 négatives. La conclusion que j'ai énoncée en commençant sort de ces nombres.

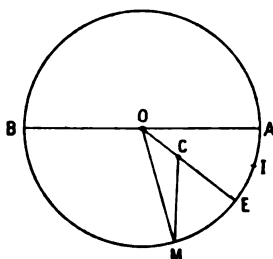
Pour voir l'influence d'un défaut d'homogénéité dans la matière des cercles, j'ai fixé un poids de 50^g à l'extrémité d'un rais du cercle est. En amenant le rais horizontal au sud puis au nord, puis comparant les rotations des deux cercles il ne s'est pas manifesté d'anomalie appréciable. En définitive, je ne trouve rien qui engage à modifier la forme donnée aux cercles divisés par M. P. Gautier.

II. L'étude de l'excentricité des cercles n'a qu'un intérêt de pure curiosité.

Je l'ai faite à l'un de nos cercles comme complément de la précédente.

Soit O le centre du cercle, C le centre de rotation, E la division

qui correspond à la ligne OC, I le zéro de la graduation qui croît dans le sens IEM. Pour un point quelconque M du cercle l'angle de rotation à partir de OE est ECM, celui qui résulte de la lec-



ture est EOM. La correction x qu'il faut appliquer à ce dernier est égale à OMC et l'on a

$$\sin x = \frac{e}{R} \sin(M - E),$$

d'où

$$x = \frac{e}{R \sin 1''} \sin(M - E).$$

Telle est la correction qu'il faut appliquer à une lecture quelconque M pour tenir compte de l'excentricité. Nous cherchons les inconnues e et E .

Faisons des lectures à deux microscopes diamétralement opposés A et B. La lecture du trait placé sous A est égale à $\lambda + A$ où A désigne les secondes données par le tambour du microscope, λ les degrés et minutes. En appliquant la correction précédente pour l'excentricité, on a la lecture exacte

$$\lambda' = \lambda + A + \mu \sin(\lambda - E).$$

Pour passer au microscope B il faut augmenter λ' et λ de $180''$, mais il faut de plus tenir compte de ce que la distance des microscopes est en réalité $180 + \alpha$. De sorte qu'on a

$$\lambda' + 180 = \lambda + 180 + B - \alpha - \mu \sin(\lambda - E).$$

Égalant les valeurs de $\lambda' - \lambda$ on a l'équation

$$B - A = \alpha + 2\mu \sin(\lambda - E).$$

Chaque lecture donne une équation de cette forme où il y a trois

inconnues α , μ et E . Il suffit de faire tourner le cercle pour avoir autant d'équations que l'on veut.

Une difficulté se présente. En admettant pour α une valeur constante on néglige les erreurs de division, non point, au sens ordinaire, les erreurs moyennes résultant des lectures à deux traits opposés, mais les erreurs individuelles de chaque trait. Je ne vois aucun moyen d'en tenir compte. Tout ce qu'on peut faire c'est de prendre un grand nombre de traits. Il y a chance pour que les différences de ces erreurs qui entrent dans $B - A$, multipliées par les sinus et cosinus des angles correspondants, comme l'exige la résolution des équations, donnent une somme voisine de zéro.

J'ai pris des divisions équidistantes de 15° . Nous avons donc 24 équations de la forme

$$\delta = \alpha + 2\mu \sin(\lambda - E),$$

où λ reçoit les valeurs $0^\circ, 15^\circ, \dots, 345^\circ$. Voici les valeurs trouvées pour δ différence des lectures aux deux microscopes horizontaux :

λ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°
δ	$-8'',8$	$-9'',0$	$-7'',0$	$-5'',5$	$-6'',4$	$-5'',3$	$-4'',6$	$-5'',2$
λ	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°
δ	$-4'',4$	$-4'',3$	$-4'',6$	$-4'',6$	$-4'',3$	$-5'',9$	$-5'',4$	$-8'',2$
λ	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
δ	$-7'',3$	$-7'',9$	$-8'',6$	$-8'',9$	$-7'',2$	$-9'',0$	$-9'',0$	$-9'',3$

Nos équations sont comprises dans le type

$$\delta_n = \alpha + 2\mu \sin\left(\frac{2n\pi}{24} - E\right)$$

ou bien

$$\delta_n = \alpha + 2\mu \sin \frac{2n\pi}{24} \cos E - 2\mu \cos \frac{2n\pi}{24} \sin E$$

avec n variant de 1 à 23. α , supposé constant, se trouve en faisant les moyennes de tous les δ ; il est égal à $-6'',6$, c'est-à-dire que les microscopes sont à $179^\circ 59' 53'',4$. On a ensuite

$$24\mu \sin E = - \sum \delta_n \cos \frac{2n\pi}{24} = 19''93$$

et

$$24\mu \cos E = \sum \delta_n \sin \frac{2n\pi}{24} = 20''35.$$

On en tire

$$\mu = 1'', 19, \quad E = 44'', 24.$$

Une autre détermination avec calages espacés de 30" m'avait donné

$$\mu = 1'', 37, \quad E = 52'', 59'.$$

Concordance satisfaisante, car l'angle E n'est pas de nature à être déterminé avec précision.

On voit que l'excentricité est très faible. Cet arc représente la distance du centre du cercle au centre de rotation reportée sur la circonférence. Avec $R = 0^m, 5$ et $\mu = \frac{e}{R \sin 1''} = 1'', 19$ on trouve pour e trois millièmes de millimètre. Il est intéressant de voir qu'une grandeur de cet ordre engendrerait des erreurs intolérables si l'on n'y obviait par l'adjonction de microscopes opposés.

Admettant cette valeur de l'excentricité on peut chercher à se faire une idée des erreurs angulaires de position des traits isolés. Il suffit de faire tourner le cercle d'un angle quelconque que l'on connaît exactement en lisant tous les microscopes et appliquant les erreurs de division ordinaires, puis de le comparer à l'angle qui résulte des lectures à un seul microscope corrigées de l'excentricité. Cette comparaison met en évidence l'erreur relative de la position des traits employés dans ces dernières lectures.

Appliqué aux traits $0^\circ, 15^\circ, \dots$, qui figurent ci-dessus, ce procédé a permis de voir leur erreur de position par rapport au trait 0° . Les nombres ne semblent pas accuser une marche bien nette; beaucoup valent environ $1'', 5$ et il y en a peu de négatifs.

Les erreurs de division résultent de la moyenne des erreurs de position de deux traits opposés. Aucun autre élément n'y entre. Elles suivent le cercle et ne peuvent pas changer quand on le sépare de la lunette pour affaiblir l'influence des erreurs de division par l'emploi de traits plus nombreux.

III. Puisque le sujet les amène, je désire présenter quelques remarques sur la détermination des erreurs de division par la méthode généralement suivie depuis que M. Périgaud l'a appliquée à Paris. On y détermine avec grand soin les erreurs des traits $0^\circ - 180^\circ, 60^\circ - 240^\circ, 120^\circ - 300^\circ$ en répétant les mesures plusieurs centaines de fois, puis les erreurs de 20° en 20° , sur

lesquelles s'appuient celles de $1''$ en $1''$ dont on déduit enfin celles des petits traits de $5'$ en $5'$. Ce travail se traduit par une vraie cohue de nombres où les derniers servent seuls dans la pratique, car la probabilité d'avoir affaire à un nombre rond de degrés est évidemment bien faible. Avec de la méthode on évite facilement les erreurs matérielles, mais la précision diminue forcément jusqu'aux derniers nombres, seuls utiles.

Dans toute recherche de précision on sera amené à vérifier les erreurs des traits employés qui sont en général peu nombreux. C'est ce qu'a fait M. Renan dans le beau travail qu'il vient de publier aux *Annales de l'Observatoire de Paris* sur la recherche des latitudes par la méthode de M. Lœwy. Pour tirer des résultats utiles des observations directes et réfléchies dont j'ai déjà fait ici un certain nombre, une pareille vérification s'impose. Je n'ai pu encore la pousser assez loin pour donner des conclusions; d'après ce premier aperçu, il est permis de croire que la revision ne sera pas superflue. M. Renan utilise ingénieusement un double microscope permettant de pointer deux traits distants de $1''$. Il serait désirable que chaque observateur eût à sa disposition un couple de pareils microscopes.

La pendule est aussi un instrument de mesure d'angles comme le cercle divisé, quoique dans des conditions différentes. Il y a des cas où les deux systèmes de mesures pourraient se contrôler l'un par l'autre, par exemple pour mesurer la valeur angulaire des pas des vis micrométriques. Il suffirait pour cela que l'on pût donner quartier au micromètre pour intervertir le rôle des vis d'ascension droite et de distance polaire. On y arriverait aisément en articulant la languette qui sert à orienter le micromètre sur le mouvement diurne et en mettant une autre à 90° de la première.

Il serait bon aussi que la ligne $0^\circ - 180^\circ$ fût sous les microscopes horizontaux quand on cale le nadir. Cette détermination fondamentale serait faite à l'aide de traits d'erreur bien connue, ce qui est un avantage évident. Cette ligne devrait donc être placée par le constructeur perpendiculaire à l'axe optique.

IV. Les rotations avec calages équidistants m'ont donné occasion de mesurer les distances angulaires des microscopes ou des couples opposés. Cette distance n'est pas invariable. Ainsi pour

les deux microscopes horizontaux qui m'ont servi dans la recherche de l'excentricité je trouve que leur distance varie de 1" d'un jour au suivant, et ceci en décembre 1905, à un moment où la variation journalière de la température a été remarquablement faible. La distance des couples des microscopes varie sensiblement moins, elle n'est pourtant pas constante. Il en résulte des erreurs dont on tient compte en bloc par la variation du nadir dans la série.

Il peut arriver que tout le cercle porte-microscopes se déplace.

On ne sait pas la part qui revient à la lunette et celle des microscopes dans la variation du nadir. On serait tenté de tout attribuer à la lunette quand on voit, comme cela a lieu ici dans beaucoup de séries observées à deux cercles, les variations du nadir fournies par les deux cercles être égales et de signes contraires.

Si l'on fixait un microscope vertical traversant le sommet de la jante du cercle porte-microscopes, un bain de mercure sous-jacent donnerait par une sorte de nadir le déplacement de ce cercle au cours d'une série. Les variations de distance angulaire des couples de microscopes étant connues par des rotations de cercle de 60° on pourrait déterminer la part de la lunette dans les variations du nadir astronomique.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n°s 3913-3934.

Schwarzschild. — Sur la détermination photographique de la latitude au moyen d'un collimateur zénithal suspendu (3913).

Depuis quinze ans, beaucoup d'astronomes se sont demandé s'il n'y avait pas lieu de perfectionner la méthode Horrebow-Talcott par l'emploi d'une lunette zénithale photographique ou d'une chambre zénithale. Il suffit de rappeler les propositions faites à cet égard par MM. Kapteyn, Küstner, Hagen, Marcuse, d'une part, et Stoltze, Runge, Schnauder, de l'autre (voir *Bull.*, t. XVIII, p. 428). A son tour, M. Schwarzschild propose de combiner une chambre zénithale avec un collimateur zénithal suspendu, par un ressort et un couteau, à un support de bois, l'ob-

jectif en bas; l'oculaire est remplacé par une petite plaque noircie sur laquelle a été tracée une croix; on peut faire tourner le tube autour de son axe de 180° . Des tiges qui plongent dans un bain de glycérine servent à amortir les oscillations de cet appareil. Placé au-dessus de l'objectif de la chambre photographique, qui vise le zénith, le collimateur permet d'obtenir avant et après la pose proprement dite (qui dure une heure au maximum, et qui fournit les traces des étoiles zénithales), deux images successives de la petite croix, destinées à marquer sur le cliché le lieu du zénith. Les essais qui ont été faits à l'observatoire de Göttingue, en 1903, avec l'appareil en question, ont donné des résultats assez satisfaisants.

Schwarzschild. — Détermination photographique de la latitude au moyen d'une chambre zénithale suspendue (3924).

L'auteur a encore expérimenté un autre procédé, qui consiste à suspendre la chambre zénithale elle-même, et à faire des poses successives dans des azimuts différant de 180° . On évite ainsi l'emploi du collimateur. Les essais qui ont été faits, avec un appareil provisoire, ont donné de bons résultats.

Pannekoek. — Sur les phénomènes qui ont lieu lors de l'occultation d'une étoile par une planète (3913).

Les atmosphères des planètes doivent donner lieu à des phénomènes de réfraction et de dispersion qui auront pour conséquence l'affaiblissement graduel de l'éclat d'une étoile avant sa disparition complète derrière le disque planétaire. M. Pannekoek a tenté de soumettre ces effets au calcul en faisant quelques hypothèses plausibles. On voit l'intérêt que présente l'observation de ces sortes d'occultations.

H. Struve, Dunér. — Occultation de l'étoile BD. — $6^h, 6191$ par Jupiter (3915).

L'occultation de cette étoile assez brillante (6.5) a été observée le 19 septembre 1903, par un grand nombre d'astronomes, dont M. Struve compare les observations.

Pickering (E.-C.). — Sur l'opposition d'Éros qui aura lieu en 1905.

Lassen (Th.). — Éléments et éphéméride de la planète (491) Carina.

Strömgren. — Éphéméride de la comète de Faye.

Wolf (M.). — Sur l'absorption de la lumière stellaire par la comète 1903 IV (3914 et 3934).

M. Wolf a constaté, à sa grande surprise, en examinant les photographies de cette comète, que l'enveloppe gazeuse du noyau avait exercé une forte absorption (probablement sélective) sur la lumière d'une étoile de 6^e grandeur dont la trace est visible sur le même cliché, interceptée en partie par l'image de la comète. La trace d'une autre étoile, plus faible, qui traverse également l'image de la comète, ne paraît pas altérée par l'absorption. C'est ce que montre très bien la planche qui reproduit deux épreuves de la comète. On sait qu'en général la lumière des étoiles n'est pas affaiblie par le passage à travers une enveloppe cométaire; il arrive même qu'elle est renforcée, ainsi que M. Wolf l'a constaté sur les photographies de la comète 1902 III; il a cherché à expliquer ce phénomène par un effet de superposition (*Monthly Notices*, t. LXIII, p. 1).

Dans une Note postérieure, M. Wolf fait connaître une série d'expériences qui lui ont inspiré des doutes sur l'existence d'une absorption cométaire, invoquée par lui pour expliquer les apparences que présentent les photographies de la comète 1903 IV. L'affaiblissement local d'une trace stellaire peut, en effet, s'obtenir artificiellement par des expositions superposées où n'intervient aucune absorption. Tout cela paraît encore assez obscur.

Wirtz. — Sur la variable 59, 1903 Cygne.

Elle est identique avec BD. + 37°, 3876. M. Krentz ajoute quelques remarques à ce sujet.

Denning. — Les Léonides de 1903 (3914).

Bianchi. — Éphéméride de la planète (487) Venetia.

Bauschinger. — Numérotage des petites planètes. Désignation des nouvelles variables (3914).

Weinek. — Les Léonides en 1903 (3915).

Stanley-Williams. — Nouvelle variable 61, 1903 Cygne (3915).

Ristenpart. — La variable 58, 1903 Cygne (3915).

Tikhoff. — Recherches sur les vitesses radiales de l'étoile β Cocher (3916).

L'auteur a étudié des spectrogrammes obtenus par M. Belopolsky en 1902 et 1903. La courbe des vitesses, assez compliquée, ferait supposer qu'il s'agit ici d'un système de plus de deux corps; il y a là probablement deux étoiles doubles accouplées.

Riem (J.). — Rapprochement remarquable des planètes (366) Vincentina et (396) Siegena (3916).

Le 21 janvier 1904, la distance des deux planètes se trouve réduite à 0,048. Ce n'est que dans 43 ans que ce rapprochement pourra se renouveler.

Hillebrand (C.). — Éphéméride de la comète Winnecke.

Il y a peu d'espoir d'observer le retour de 1904.

Hill (G.-A.). — Déclinaisons de l'étoile Groombridge 1830, observées à Washington.

Antoniadi. — Le dédoublement des taches de Mars expliqué par un effet de contraste (3916).

Les phénomènes de dédoublement résultent probablement d'un effet de contraste, l'intérieur d'une tache noire paraissant s'éclairer quand on la regarde fixement. Tout se réduit ainsi à une illusion d'optique.

Ebert (H.). — Sur les spectres des étoiles nouvelles (3917).

Les raies brillantes, déviées vers le rouge, et les raies sombres, déviées vers le violet, qui caractérisent les spectres des étoiles nouvelles, ont paru jusqu'ici difficiles à expliquer; le principe de Doppler et l'influence des hautes pressions ne suffisent pas à rendre compte des déviations observées. M. Ebert pense que, pour expliquer la constitution de ces spectres, il faut faire intervenir la dispersion anormale que les vapeurs métalliques exercent dans le voisinage de leurs lignes d'absorption. La dispersion anormale, déjà invoquée par Julius pour rendre compte de divers phénomènes solaires, donne aussi la clé des irrégularités appa-

rentes que présentent les spectres des *Novæ*. Cette hypothèse vient compléter la belle théorie, proposée par M. Seeliger, d'après laquelle les étoiles nouvelles ne sont autre chose que des bolides s'enfonçant dans un nuage de matière cosmique.

Plassmann. — Aurore boréale, observée à Munster, le 31 octobre 1903.

Schwarzschild. — Sur un prétendu portrait de Gauss (3917).

Le portrait de Gauss à l'âge de 26 ans qui a été exhibé à la réunion de la Société astronomique à Göttingue, est en réalité un portrait de Bessel; il en existe un double à Kœnigsberg.

Kreutz. — Nouveaux éléments de (470) Kilia.

Hagen (J.-G.). — Sur la variable 62.1903 Andromède.

Ludendorff. — Recherches sur les variations d'éclat de l'étoile ϵ Cocher (3918-3920).

L'auteur a entrepris la discussion des nombreux matériaux que l'on possède pour cette étoile double spectroscopique, qui appartient au type d'Algol. Sa période paraît être d'environ 27 ans (27^a,12); l'éclat reste constant pendant 25^a,13, puis il diminue et augmente de nouveau pendant deux ans. L'étoile est d'ordinaire de grandeur 3,35.

Tucker. — Observations méridiennes d'étoiles de Piazz, non cataloguées (3920).

Pickering (E.-C.). — La déclinaison de BD. + 50°, 2146.

Thiele, Burnham. — Sur la position de Sj. 8144.

Anderson (Th.). — Nouvelle variable 63, 1903 Lyre.

Hartwig (E.). — Données relatives à quelques variables nouvelles (3921).

Juegermann. — Remarques au sujet d'une Note de M. N. Herz, concernant l'explication des queues cométaires (3921).

L'auteur repousse la théorie électrostatique des phénomènes cométaires et s'en tient à la théorie de Bredikhine, qu'il a exposée dans un Ouvrage spécial.

Buchholz. — Réponse à M. Backlund (3922).

Voir *Bull.*, t. XXII, p. 161.

Ebell. — Note concernant l'étoile A.-G. Hels. 7016.

Osten (H.). — Ephéméride de la planète (504).

See (T.-J.-J.). — Sur le degré de précision que comporte la détermination de la position du plan invariable du système planétaire (3923).

La dernière détermination de la position du plan invariable était due à Stockwell (1872). En faisant usage des meilleures valeurs des masses et des éléments des orbites planétaires, M. See trouve aujourd'hui

$$\Omega = 106^{\circ}8'46'',69, \quad \gamma = 1^{\circ}35'7'',74,$$

pour la longitude du nœud et l'inclinaison du plan invariable, rapporté à l'écliptique fixe de 1850,0. Il arrive ensuite à cette conclusion, que l'incertitude de la longitude du nœud ne dépasse guère 1', et que celle de l'inclinaison ne dépasse pas 1". La position du plan invariable est donc connue d'une manière à peu près définitive.

Palisa, Holetschek. — Occultation de α Taureau, 10 octobre 1903.

Rosenberg, Wirtz. — Étude photométrique de la comète 1903 IV (3924).

Graff (K.). — Sur le changement d'éclat de la variable X Cocher (3925).

La discussion des matériaux réunis par M. Graff a donné une période de 161 jours. La courbe de lumière est caractérisée par un minimum très brusque et de courte durée. On retrouve le même caractère dans les courbes de deux autres variables : W Gr. Ourse et S Machine pneumatique; il paraît difficile à expliquer.

Wolf (M.). — Variables nouvelles dans la constellation de l'Aigle (3925).

Les régions voisines de γ Aigle sont très riches en variables, que M. Wolf a découvertes à l'aide d'un stéréocomparateur. Il est vrai qu'il s'agit de régions où la densité stellaire est très grande; mais il y a d'autres régions de même densité (ξ Cygne), où les variables manquent presque complètement.

Millosevich. — Nouvelle variable 2, 1904 Taureau.

Wolf (M.). — Nouvelle variable 3, 1904 Écrevisse (3925, 3932).

Pickering (W.-H.). — Sur la rotation directe ou rétrograde des planètes (3925).

L'auteur rappelle les explications que, depuis Laplace, on a tenté de donner du sens de la rotation des diverses planètes, et notamment le rôle attribué aux marées solaires, qui auraient eu pour effet de détruire peu à peu les rotations rétrogrades. Selon lui, l'effet des marées consisterait simplement dans un changement progressif du *plan* de rotation des planètes.

Wolf (M.). — Nouvelle planète 1904 NC.

Notice nécrologique sur Ivo, baron Benko de Boinik (3925).

Le capitaine de vaisseau Ivo, baron Benko de Boinik, ancien Directeur de l'observatoire de Pola, est mort le 21 décembre 1903 à Gorice. Il était né en 1851, à Karlstadt. Il avait dirigé l'observatoire de la marine, à Pola, de 1893 à 1901, et avait fait, lui-même, beaucoup d'observations méridiennes.

Denning. — Dessins de la planète Mars, exécutés en 1903 (3926).

En comparant ces dessins à ceux obtenus en 1869, M. Denning trouve $24^h 37^m 22^s,7$ pour le temps de rotation de la planète.

Denning. — Trajectoires de 12 météores, observés en Angleterre, en avril, juillet et août 1903.

Koss. — Observations de Perséides, faites à Pola en 1903.

Merfield. — Sur l'orbite de la comète 1901 I (3926).

Graff. — La variable I, 1904 Persée.

Ceraski. — Découverte de deux variables : 5, 1904 Petit Renard et 6, 1904 Cassiopée.

Epstein. — La granulation de la surface solaire n'est qu'une illusion d'optique (3926).

La chromosphère, hérissée de pointes, produit l'apparence d'un réseau granulé.

Riem. — Éphéméride approchée de la planète (7) Iris.

Luther (W.). — Éphéméride de la planète (58) Concordia.

Nyrén. — Notice nécrologique sur Ivan Kortazzi (3926).

Le 26 septembre 1903 est mort à Nicolaïef, Ivan Kortazzi, directeur de l'observatoire de la marine, qu'il dirigeait depuis 1872. Né à Ismaïl (Bessarabie), en 1837, Kortazzi avait été admis à suivre, à Poulkovo, les cours d'astronomie et de géodésie destinés aux officiers de l'armée russe. Il a formé, plus tard, beaucoup d'élèves distingués. On lui doit, entre autres travaux remarquables, un Catalogue de zones observées pour la Société astronomique.

Auwers. — Corrections définitives des positions du Catalogue fondamental du *Jahrbuch*, d'après les observations faites de 1750 à 1900 (3927-28-29).

En 1898, M. Auwers avait fait connaître les corrections provisoires des positions des 622 étoiles, contenues dans la Catalogue de la Société astronomique, qui, depuis 1883, a été adopté par le *Jahrbuch* (voir *Bulletin*, T. XVI, p. 447). Ce Catalogue devant être prochainement remplacé par un Catalogue définitif, M. Auwers a pensé que le moment était venu de publier les corrections qu'il a déduites de la discussion de l'ensemble de ses matériaux, qui embrassent une période de 150 ans (1750-1900). Ces matériaux sont d'ailleurs, à peu de chose près, les mêmes que ceux dont on disposait déjà en 1898, mais les diverses séries ont été

maintenant employées avec les poids qui leur conviennent. On a pu utiliser, pour chaque étoile, en moyenne, de 30 à 50 déterminations en ascension droite et en déclinaison.

Stanley Williams. — Nouvelle variable : 4 1904 Petit Renard (3929).

Doberck. — Mesures d'étoiles doubles (3930-31).

Ces observations ont été effectuées par M. Doberck pendant un séjour à l'observatoire de Copenhague.

Irayama. — Nouvelle planète, 1903 NE.

Peters (G.-H.). — Nouvelle planète, 1903 NF.

Kimura. — Sur la période de six ans qui se manifeste dans le mouvement du pôle terrestre pendant l'intervalle de 1891-1902 (3932).

En combinant un terme annuel avec un terme dont la période est de 438 jours ($1^{\text{a}}, 2$), on obtient une période de 6 ans pour le retour des mêmes phases aux mêmes époques de l'année. Les diagrammes qui représentent la marche des coordonnées x, y du pôle, de 1891 à 1902, mettent cette période en évidence, et il s'ensuit que celle du terme de Chandler n'est pas de 430, mais de 438 jours. Mais les dimensions de l'ellipse annuelle ne sont pas constantes.

Pickering (E.-C.), Wendell, Jost, Clemens. — Variations d'éclat de la planète (7) Iris (3925, 3932, 3933).

Une série de mesures photométriques, exécutées par M. Wendell en 1904, indiquent une variabilité d'Iris, analogue à celle d'Éros. La période paraît être de $6^{\text{h}} 13^{\text{m}}$; la variation ne dépasse pas un quart de grandeur. Les estimations tentées par M. Jost (Gotha) ne confirment pas cette variabilité; elle n'a pas été remarquée davantage à Potsdam, en 1884. En revanche, M. Clemens (Berlin) a réussi à la constater, le 13 février 1904; il a trouvé une période de 5^{h} .

Riem. — Occultation possible d'Iris par la Lune, le 24 février 1904 (3932).

L'occultation pourrait être visible pour des latitudes peu élevées; pour l'Europe centrale, ce ne sera qu'une appulse.

Palisa (J.). — Variations d'éclat de la planète (135) Hertha (3932).

Ces variations sont assez sensibles : d'environ une grandeur. D'après M. Berberich, elles sont déjà accusées par les observations de 1874, 1875, 1878 et 1879.

Neugebauer. — Éphéméride de la planète (135) Hertha (3932).

Ceraski. — Nouvelle variable, 7, 1904 Cygne.

Wolf (M.). — Nouvelle variable, 8, 1904 Orion.

Hartwig. — Influence remarquable d'une aurore boréale sur une pendule électromagnétique (3932).

Une aurore boréale, notée à Bamberg le 31 octobre 1903, a complètement détraqué la pendule électromagnétique de l'observatoire, dont elle a affolé les aiguilles.

Wirtz. — L'arc du Petit-Renard (3933).

M. Wirtz fait connaître les résultats de quelques mesures de cet arc, entreprises en 1902 avec le grand réfracteur de Strasbourg, et il les compare aux mesures effectuées à Breslau (voir *Bull.*, t. XXII, p. 127).

Updegraff (Milton). — Remarques concernant le changement des piliers de l'instrument des passages de Washington (3933).

La substitution de piliers en maçonnerie de briques aux piliers de marbre de l'instrument des passages a eu, paraît-il, un plein succès, en faisant disparaître l'instabilité que l'on reprochait à cet instrument. Ce résultat n'est pas d'accord avec les conclusions de M. Hough (*Bull.*, t. XXII, p. 157). Il y a lieu de croire, toutefois, que l'instabilité ne provenait pas des piliers eux-mêmes, mais de leurs fondations et des coussinets qui supportaient l'axe. On n'a pas eu le temps de trancher la question.

Osten. — Éphéméride de la planète (505) = 1904 NA.

Ebell. — Éphéméride de la planète 1904 NB.

Stanley Williams. — Sur la variable 62, 1903 Andromède.

Wolf (M.). — Sur la variable RT Aigle.

Ball (L. de). — Influence de la réfraction sur la distance de deux étoiles (3934).

Scharbe (S.). — Orbite définitive de la comète 1898 X (3934).

L'ellipticité de l'orbite est à peine indiquée; on pourrait s'en tenir à la parabole.

Notice nécrologique sur Octave Callandreau (3934).

Voir *Bull.*, t. XXI, p. 129.

Observations courantes de planètes et de comètes, etc.

R. R.

ANNUARIO ASTRONOMICOM pel 1906; *pubblicato dal R. Osservatorio di Torino.* Turin, 1906. In-8°; x-62 pages.

De 1787 à 1817, l'Observatoire de Turin avait publié des *Annales* qui étaient une sorte d'annuaire. En 1866, Dorna reprit cette publication sous le titre de *Bollettino meteorologico*, et, depuis 1874, on y associait un petit volume qui contenait des éphémérides du Soleil, de la Lune et des planètes. M. Boccardi, l'éminent directeur de l'Observatoire de Turin, dont nous avons déjà eu plus d'une fois l'occasion d'apprécier le zèle et la haute compétence, s'est proposé de ressusciter les *Annales* sous une forme plus scientifique, et depuis deux ans il fait paraître un *Annuaire* qui peut être considéré comme un utile complément de la *Connaissance des Temps* ou du *Nautical Almanac*, car il donne les positions apparentes d'environ 200 étoiles du Catalogue de Newcomb que l'on ne trouve pas dans les recueils en question. L'*Annuaire* pour 1906 contient 186 étoiles, dont 5 circompolaires. Il contient, en outre, des coordonnées héliocentriques de Jupiter et de Saturne et d'autres données numériques d'un intérêt général. Le Volume se termine par une Note de M. Boccardi sur une *Méthode de détermination des constantes de l'instrument méridien*. L'*Annuaire* pour 1905 renferme des Notes de MM. Boccardi, Fontana, Ferrero et Balbi. Nous ne pouvons que féliciter M. Boccardi d'avoir inauguré cette très méritoire publication.

R.

MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY,

VOL. LXV. N^{os} 1, 2, 3.

Maunder (E.-W). — Les perturbations magnétiques enregistrées de 1882 à 1903 à l'observatoire Royal de Greenwich, et leur association avec les taches du Soleil (p. 2).

Dans un premier travail sur ce sujet (*Monthly Notices*, vol. LXIV, p. 205), M. Maunder avait seulement considéré les perturbations exceptionnelles, où l'amplitude de l'excursion de l'aiguille aimantée atteint ou dépasse 1°. On a compté en 36 ans 19 phénomènes de cet ordre. La nouvelle recherche est bien plus complète, car elle s'applique à 276 perturbations, c'est-à-dire à toutes celles qui, dans un intervalle de 22 ans, ont paru bien caractérisées. Il n'a été tenu aucun compte, dans l'établissement de cette liste, des phénomènes astronomiques contemporains.

Un premier tableau comprend la liste de ces 276 troubles magnétiques avec l'intervalle de temps qu'ils embrassent, le numéro de la rotation solaire, les coordonnées héliographiques du centre du disque.

Un second tableau donne pour la même période les courbes de fréquence, tracées en attribuant un poids aux troubles les plus profonds et les plus durables.

On a résumé, d'autre part, l'histoire des principaux groupes de taches; on remarque de nombreux défauts de correspondance, troubles sans taches ou taches sans troubles.

On a tracé enfin les courbes qui représentent la variation : 1° de l'ensemble des taches; 2° des taches boréales et australes prises séparément; 3° des facules; 4° de l'ensemble des protubérances; 5° des protubérances boréales et australes considérées séparément. La statistique des protubérances est empruntée au Professeur Riccò, celle des taches et des facules aux documents héliographiques de Greenwich.

Toutes ces courbes imitent assez bien l'allure de la courbe des orages magnétiques, mais l'accord n'est parfait pour aucune. C'est encore la courbe des facules qui serait, à ce point de vue, la plus satisfaisante, mais cette supériorité n'est pas assez nette pour faire délaisser la considération des taches, qui ont le grand avantage de pouvoir être suivies près du centre.

Un tableau ingénieusement disposé montre la tendance persistante des orages magnétiques à se répéter après une rotation complète du Soleil. Plusieurs fois cette répétition s'est manifestée sans qu'il y ait eu de trouble dans l'intervalle. La probabilité d'une pareille coïncidence

serait faible : celle de plusieurs coïncidences successives serait pour ainsi dire nulle. On en relève cependant de nombreux exemples.

De la discussion se dégagent d'après M. Maunder les conclusions suivantes :

1° L'origine des perturbations magnétiques est dans le Soleil et point ailleurs. Leur période est celle de la rotation synodique, et non celle de la rotation sidérale.

2° Les aires solaires qui provoquent les orages magnétiques sont bien définies.

3° Ces aires tournent comme la zone des taches, entre 0° et 30° de latitude.

4° Les plus fortes perturbations magnétiques sont liées à l'apparition de grandes taches.

5° L'activité magnétique d'une aire donnée peut précéder la formation d'un groupe important de taches et lui survivre.

6° L'action magnétique est limitée à un faisceau étroit qui tourne à toute distance avec le Soleil ; ainsi s'expliquent le commencement brusque et le retour périodique des orages magnétiques.

7° La largeur moyenne de ces faisceaux peut se déduire de la durée moyenne des orages magnétiques.

8° L'activité magnétique des taches paraît sujette à des éclipses.

9° Les taches qui donnent lieu aux grandes perturbations passent en général au sud du centre. Il semble donc que leur action n'est pas exactement radiale.

Cowell (P.-H.). — Discussion des termes à longue période dans la longitude de la Lune (p. 34).

M. Cowell propose comme devant mettre d'accord les longitudes calculées suivant la méthode actuelle du *Nautical Almanac*, avec les longitudes observées, de 1750 à 1901, la correction empirique suivante :

$$\begin{aligned} & - 4'',3 + 15'',0 \cos 45^\circ t - 9'',7 \sin 45^\circ t, \\ & - 12'',2 \cos 60^\circ t + 9'',5 \sin 60^\circ t, \\ & - 2'',3 \cos 246^\circ t + 0'',5 \sin 246^\circ t, \\ & + 0'',2 \cos 390^\circ t - 0'',7 \sin 390^\circ t. \end{aligned}$$

L'unité de temps adoptée dans cette formule comprend 40×400 jours lunaires et l'origine est l'année 1826, 1. L'introduction du second terme équivaut à la suppression du terme empirique de Newcomb, actuellement en usage dans le *Nautical Almanac*. La nouvelle formule est établie en supposant qu'un seul terme de très longue période doit être introduit, et que l'accélération séculaire ne doit pas être modifiée. Avec

ces restrictions, M. Cowell croit pouvoir démontrer que l'on est forcément amené à une solution très peu différente de celle qu'il suggère.

Turner (II.-II.). — Note sur une source d'erreur possible dans la mesure des positions d'étoiles, erreur due à un centrage défectueux de l'objectif (p. 54).

Quand les deux verres d'un objectif n'ont pas leurs axes optiques en coïncidence, les images des étoiles sont transformées en autant de petits spectres. Il doit en résulter une erreur systématique sur les positions des étoiles, erreur plus sensible pour la photographie que pour l'observation visuelle, et affectant les petites étoiles plus que les astres brillants. Le sens de l'écart ne peut être prévu à l'avance; mais, si l'instrument est un équatorial monté à l'allemande, on peut déceler l'erreur par la mesure comparative de plaques prises dans les positions directe et inverse de la lunette. Une expérience tentée dans ce sens à Oxford n'a pas donné de résultats nets. Il serait intéressant de la répéter avec d'autres instruments.

Rambaut (A.-A.). — Sur une méthode très sensible pour déterminer les irrégularités d'un tourillon; erreurs des tourillons du cercle méridien de Radcliffe; influence de ces erreurs sur les ascensions droites du Catalogue de Radcliffe pour 1890 (p. 56).

La méthode dont il s'agit repose sur l'emploi de franges d'interférence, et constitue une modification de celle qui a été décrite par M. Hamy (*Comptes rendus*, t. CXVII, n° 20 et *Bull. Astr.*, t. XII, p. 49). Dans l'appareil du D^r Rambaut l'appui du levier est pris non pas sur la face supérieure du tourillon, mais sur de minces tiges d'acier trempé, implantées dans le prolongement des tourillons. Il devient nécessaire d'avoir égard aux moindres irrégularités de forme de ces aiguilles et à leur défaut de parallélisme. Ces difficultés paraissent avoir été heureusement surmontées, et les corrections du Catalogue de Radcliffe, obtenues par cette voie, sont confirmées par la comparaison avec d'autres catalogues.

Plummer (II.-C.). — Les positions de 70 étoiles dans l'amas M 13 Hercule (p. 79).

L'étude complète d'un amas serré, comme celui dont il s'agit, ne peut être faite qu'avec une lunette photographique puissante, à long foyer. Mais les lunettes de cette classe, n'embrassant qu'un champ très restreint,

ne peuvent fournir un nombre suffisant d'étoiles de comparaison, et doivent, en conséquence, faire appel au concours d'instruments moindres. Une plaque prise à Oxford, le 17 septembre 1904, avec le réfracteur astrographique, a permis de rattacher à 36 étoiles du *Lund A. G. Catalogue* 70 autres étoiles comprises dans les limites de l'amas.

Markwick (Colonel *E.-E.*). — Note sur la variation de ε Cocher (p. 83).

Dans un travail récent (*Astr. Nachr.*, 3918-19-20), le Dr Ludendorff a trouvé que l'étoile ε Cocher varie à la manière d'Algol, c'est-à-dire que le changement d'éclat effectif n'occupe qu'une faible fraction de la période entière, évaluée à 54 ans. Ce résultat a paru anormal, attendu que, pour toutes les variables antérieurement connues, du type d'Algol, la période est de quelques jours seulement. Les observations réunies par le colonel Markwick, de 1888 à 1904, viennent à l'appui des conclusions du Dr Ludendorff.

Shackleton (*W.*). — Observation télescopique d'une traînée de météore (p. 89).

La traînée dont il s'agit est demeurée visible pendant plusieurs minutes. A l'œil nu elle semblait droite et régulière. Vue avec un pouvoir grossissant de 46, elle a été trouvée irrégulière, sinueuse et double, et rappelait le trajet d'une étincelle électrique dans l'air.

Crommelin (*A.-C.-D.*). — Éphémérides pour les observations physiques de la Lune en 1905 (p. 90)

Brown (*E.-W.*). — Sur l'achèvement de la solution du problème principal dans la nouvelle théorie de la Lune (p. 104).

M. Brown se considère comme arrivé au terme du problème restreint qu'Euler avait formulé en ces termes en 1766 : « Déterminer le mouvement d'une Lune qui ferait ses révolutions autour de la Terre dans le plan de l'écliptique et dont l'excentricité serait nulle, pendant que le Soleil se mouvrait uniformément dans un cercle autour de la Terre. » Cette question, dont Euler avait prévu l'importance pratique, a déjà été résolue partiellement par lui, puis par J.-C. Adams et G.-W. Hill. La méthode suivie par M. Brown permet de garantir dans le calcul des coefficients une exactitude supérieure à celle que peuvent atteindre les méthodes de Hansen et de Delaunay. On s'est ménagé des vérifications

nombreuses et l'on a mis les résultats sous une forme appropriée à la comparaison avec les méthodes de Hansen et de Delaunay. La substitution au rapport des moyens mouvements de la Lune et du Soleil de sa valeur numérique, suffisamment connue, a rendu les séries plus convergentes. Les nouveaux coefficients ont subi avec succès l'épreuve de la comparaison avec l'observation en ce qui concerne les moyens mouvements du nœud et du périée.

Il reste à tenir compte de l'effet de l'aplatissement du globe terrestre, des écarts, par rapport au mouvement elliptique, du centre de gravité de la Terre et de la Lune, enfin de l'action directe des planètes sur la Lune. Cette seconde partie du travail paraît devoir demander moins de temps et d'efforts que la partie déjà menée à bien.

Cowell (P.-H.). — Analyse de 145 termes dans la longitude de la Lune (p. 108).

Les arguments des termes dont il s'agit ont été suggérés par la théorie, mais leurs coefficients ont tous été empruntés à l'observation, d'après la méthode expliquée dans les articles précédents de l'auteur (*voir en particulier Monthly Notices*, Vol. LXIV, n^{os} de mai et de juin). Les observations employées ont été faites aux instruments méridiens de Greenwich, de 1847 à 1901. Pour tous les termes de longue période, l'analyse est étendue à la période 1750-1850. Il paraît certain qu'il ne reste plus à découvrir aucun terme à courte période dont le coefficient approche de $0^{\circ},5$. Les coefficients conclus de l'observation paraissent sûrs à $0^{\circ},1$ près. Ils ont été comparés, suivant les cas, aux valeurs théoriques de Airy, de Hansen, de Delaunay, de M. Radau et du Dr Hill. Il existe un terme théorique ($-0^{\circ},3 \cos \varpi$) qui ne semble pas confirmé par l'observation.

Observatoire Royal de Greenwich. — Aires moyennes et latitudes héliographiques des taches solaires dans l'année 1903, déduites des photographies prises à l'Observatoire Royal, à Dehra-Dûn (Inde) et à l'île Maurice (p. 151).

Cette statistique accuse, par rapport aux deux années précédentes, un accroissement marqué de l'activité solaire, surtout dans les derniers mois de l'année. L'hémisphère Nord s'est montré le plus riche, contrairement à ce qui avait eu lieu dans les deux dernières périodes de croissance. L'augmentation de la latitude moyenne des taches s'est bien dessinée.

Observatoire Royal de Greenwich. — Observations des Léonides en novembre 1904 (p. 154).

Denning (W.-F.). — L'apparition des Léonides en 1904 (p. 154).

Bellamy (F.-A.). — Comparaison du Catalogue A.-G. (1900,0) pour Vienne (*Ottakring*) avec le troisième Catalogue de Radcliffe (1890,0) (p. 155).

Les deux catalogues ont été obtenus avec des instruments méridiens de même puissance, mais reposent sur deux systèmes différents d'étoiles fondamentales. Les écarts systématiques moyens sont à peu près ceux que l'on devait prévoir d'après une étude antérieure de M. E.-J. Stone (*Monthly Notices*, Vol. LV, p. 295) sur la comparaison des Catalogues de Radcliffe et de Greenwich. Mais les corrections des ascensions droites, de signes contraires pour les intervalles 5^h-18^h et 18^h-5^h , sont près du double de celles que M. Auwers a proposées pour ramener à son système de fondamentales, adopté à Vienne, l'ensemble du Catalogue de Radcliffe. Il semble que la correction des ascensions droites doit être évaluée séparément pour chaque zone de déclinaison.

Franks (W.-S.). — Nébuleuse isolée dans le Cygne (avec une photographie) (p. 159).

Exemple intéressant d'une nébuleuse paraissant avoir raréfié les étoiles autour d'elle et occuper l'extrémité d'un canal obscur.

Franks (W.-S.). — Nébulosités sombres (avec quatre photographies) (p. 160).

Plusieurs nébuleuses, notamment des nébuleuses allongées, montrent près de leur centre ou suivant leur axe des lacunes particulièrement inactiniques. On peut supposer que cet effet est dû à la présence d'une frange extérieure de matière refroidie et obscure.

Wickham (W.). — Sur la diminution de la grandeur visuelle de la variable 159. 1904 Pégase, observée à l'Observatoire Radcliffe à Oxford (p. 161).

Cette étoile, signalée comme nouvelle par M. Stanley Williams, a été retrouvée par le professeur Pickering sur des clichés antérieurs de plu-

sieurs années, mais reconnue variable. M. Wickham trouve que son éclat a diminué d'une grandeur entière entre le 18 octobre et le 8 décembre 1904.

Gore (J.-E.). — Sur l'éclat relatif des étoiles binaires (p. 162).

L'éclat relatif et la parallaxe hypothétique, calculés d'après les définitions données par M. Gore dans un travail antérieur, conduisent à classer les principaux systèmes binaires dans un ordre qui concorde avec la classification spectrale généralement adoptée.

Stanley Williams (A.). — Sur l'efficacité relative des différentes méthodes pour déterminer les longitudes sur Jupiter (p. 167).

Réponse à un article du Prof. G.-W. Hough, publié dans le numéro supplémentaire des *Monthly Notices*, Vol. LXIV. M. Stanley Williams se défend d'avoir choisi les données de la discussion de manière à favoriser la méthode des passages aux dépens de la méthode micrométrique. La première méthode, ayant été beaucoup plus pratiquée que la seconde, fournit plus aisément des cas où les observateurs sont en désaccord apparent les uns avec les autres. Mais cela prouve seulement l'existence d'équations personnelles importantes dans l'appréciation d'objets mal définis, et les périodes de rotation conclues par un même observateur peuvent être néanmoins très exactes.

Newcomb (S.). — Sur l'éclipse d'Agathocle (p. 181).

Dans des recherches déjà anciennes (1878) M. Newcomb avait déterminé l'accélération séculaire du mouvement de la Lune d'après une série d'éclipses anciennes, relatées d'ailleurs d'une façon vague et peu satisfaisante. D'autre part une étude récente de M. Celoria conduit à identifier l'éclipse d'Agathocle avec une autre éclipse rapportée par Cléomède et qui aurait été totale sur l'Hellespont. Si l'on admet cette identification, l'on doit diminuer de $1^{\text{''}},5$ le coefficient admis pour l'accélération séculaire. Il se trouve ainsi à peu près ramené à sa valeur théorique, sans que l'on soit obligé d'admettre un ralentissement dans la rotation de la Terre.

Schuster (A.). — Taches solaires et perturbations magnétiques (p. 186).

M. Schuster se rallie aux conclusions de M. Maunder (*Monthly Notices*,

Vol. LXV, p. 2) en ce qui concerne la tendance des perturbations magnétiques à se reproduire après une ou plusieurs rotations solaires; il ne croit pas néanmoins qu'une émission directe du Soleil puisse fournir l'énergie mise en jeu dans ces phénomènes. Cette émission, communiquant au Soleil une charge positive toujours croissante, se trouverait promptement arrêtée par la force électrostatique, et d'ailleurs elle n'expliquerait pas la divergence des champs magnétiques qui se manifestent au même moment en des points éloignés du globe terrestre. M. Schuster préfère admettre que l'énergie mise en jeu dans les orages magnétiques est empruntée à la rotation de la Terre, qu'elle est sous la dépendance de courants électriques circulant dans notre atmosphère, enfin qu'elle est libérée, à la manière d'une étincelle électrique, par des émissions corpusculaires venues du Soleil et qui changent la conductibilité électrique de l'air. On ne doit pas se dissimuler qu'il reste beaucoup à faire pour détailler ce mécanisme et le rendre susceptible d'un traitement numérique.

Cortie (Rév. A.-L.). — Perturbations magnétiques et taches solaires associées (p. 197).

Le travail déjà cité de M. Maunder est critiqué ici à un point de vue différent de celui du Prof. Schuster. Le Prof. Cortie estime aussi que la première conclusion dépasse sensiblement la portée de la statistique dressée. Celle-ci comporte des exceptions importantes qui n'auraient pas dû être laissées dans l'ombre et associées d'une manière fictive des groupes de taches de déclinaison et, par suite, de période différente. Il reste à la rigueur possible que les taches, sans provoquer directement les perturbations magnétiques, se rattachent avec elles à une cause commune.

Fowler (A.). — Observations de spectres de taches solaires, régions C à D (p. 205).

On a noté du 15 octobre 1903 au 31 décembre 1904 les lignes qui ont paru élargies ou renforcées dans le spectre des taches. De même que dans les études analogues poursuivies à Stonyhurst College, beaucoup de ces lignes se rapportent au titane et au vanadium. Par rapport au spectre normal l'intensité relative des lignes d'un même élément est peu modifiée, et suggère un accroissement de densité plutôt qu'une variation de température. Plusieurs bandes d'absorption restent encore inexpliquées.

Note sur la détermination de la longitude Paris-Greenwich dans

l'année 1902 (Communication de l'Astronome royal) (p. 219).

Suivant le désir exprimé par la Conférence géodésique internationale en 1898, cette opération a été concertée entre M. Læwy et l'Astronome royal et confiée à MM. Dyson et Hollis du côté de l'Angleterre, à MM. Bigourdan et Lancelin du côté de la France. Il a été fait trois séries de printemps et trois séries d'automne, avec double échange des observateurs et des instruments. Les précautions prises pour l'élimination des erreurs instrumentales sont indiquées en détail et paraissent avoir été efficaces. Le résultat final est, pour les observateurs anglais,

$$9^m 20^s,932 \pm 0^s,006.$$

Les observateurs français ont obtenu d'autre part (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1014) :

$$9^m 20^s,974 \pm 0^s,008.$$

La différence, bien que peu importante, est encore supérieure à ce que feraient prévoir les erreurs probables et semble ne pouvoir être attribuée qu'à un flottement de l'équation personnelle.

Wilson (W.-E.). — Sur la température des taches solaires et le spectre d'une tache artificielle (avec une photographie) (p. 224).

Le renforcement des lignes de Fraunhofer peut être obtenu dans le spectre de l'arc sans abaissement de température, par la simple interposition d'un écran translucide. Le caractère du spectre des taches n'est donc pas de nature à leur faire attribuer une température plus basse qu'à la photosphère. Il y a au contraire des raisons de penser que la photosphère doit son éclat à la présence de particules de carbone solide et que ces particules sont volatilisées dans les taches.

Cette expérience, jointe à des observations récentes de MM. Hale, Mitchell, Campbell, amène M. Wilson à renverser complètement la classification généralement adoptée pour la température des étoiles. Le Soleil, ainsi que les étoiles de température égale ou plus basse, posséderait deux couches capables de donner un spectre continu : une couche inférieure formée de gaz à haute température et à haute pression, une couche supérieure formée de nuages de carbone. Dans les taches une élévation de température locale volatilise le carbone, et laisse passer la radiation de la couche inférieure, modifiée par l'absorption des vapeurs intermédiaires. Les étoiles comme Sirius, moins chaudes que le Soleil, ont une plus grande épaisseur de nuages de carbone, surmontés d'une atmosphère d'hydrogène. Dans le type IV et le type Wolf Rayet la température est trop haute pour laisser se former les nuages de carbone. Le rayonnement

de la couche gazeuse nous parvient seul; non sans avoir subi une forte absorption dans l'atmosphère de l'étoile.

Franks (W.-S.). — La nébuleuse spirale H. I. 153 Baleine (avec une photographie) (p. 228).

Turner (H.-H.). — Note complémentaire sur l'origine de l'équation de grandeur dans les mesures photographiques (p. 228).

Addition à la Note résumée plus haut (*Monthly Notices*, Vol. LXV, p. 54). Une répartition dissymétrique du poids de l'objectif semble devoir être plus dangereuse qu'un défaut de centrage.

Plummer (H.-C.). — Sur les effets possibles de la radiation sur le mouvement des comètes, avec application spéciale à la comète d'Encke (p. 229).

Les travaux de divers physiciens ont mis en lumière l'existence de forces nées de la radiation, forces qui peuvent faire sentir leur influence dans les queues de comètes, les essaims météoriques, les anneaux de Saturne. Leur intensité arrive à surpasser celle de l'attraction newtonienne quand la matière est très divisée. On conçoit aussi que la pression due à la radiation solaire favorise la désagrégation des comètes. M. Plummer s'est demandé si les retours irréguliers de la comète d'Encke ne s'expliqueraient pas par cette voie mieux que par l'hypothèse d'un milieu résistant. Le moyen mouvement et le demi grand axe deviendraient alors des éléments indépendants. Le calcul de l'orbite troublée est abordable, moyennant une hypothèse sur l'état physique de la comète, mais cette première tentative a conduit à des conséquences en désaccord avec la théorie du Dr Backlund. Il est probable qu'il y a lieu de faire intervenir les actions électrostatiques et de considérer les différentes parties d'une comète comme décrivant des orbites presque indépendantes.

Chapman (H.-V.). — Sur la validité des radiants de météores déduits de trois trajectoires (p. 238).

La probabilité pour que trois grands cercles tracés au hasard sur une sphère donnent par leurs intersections un triangle où le rayon du cercle inscrit soit au-dessous de δ degrés est, comme M. Chapman l'établit par un assez long calcul :

$$\frac{\pi\delta}{60} - \frac{11}{2 \times 180^3} \pi^3 \delta^3.$$

Pour $\delta = 4$ et $\delta = 1$ cette probabilité devient respectivement 0,202 et 0,052. Si de plus on s'impose les conditions d'usage relativement au point d'apparition et au sens du mouvement, les probabilités deviennent $\frac{1}{101}$ et $\frac{1}{391}$. On peut considérer ces chiffres comme rendant admissible l'existence des radiants définis par trois météores seulement.

Williams (A. Stanley). — Sur l'étoile variable γ Cocher (Ch. 1929) (p. 253).

L'amplitude des variations n'atteint pas une grandeur. La période d'abord évaluée par l'auteur à moins d'un jour (*Astr. Nachr.*, n° 3708) est maintenant portée par lui, d'après les quatre dernières années d'observation, à 3^j,8590. Le passage du minimum au maximum est relativement très rapide.

Gore (J.-E.). — Sur l'éclat relatif des étoiles (p. 264).

Les étoiles dont la parallaxe est connue peuvent être comparées, sous le rapport de l'éclat, au Soleil transporté à la même distance. M. Gore forme ce Tableau pour 42 étoiles, avec l'indication, suivant les cas, de la grandeur photographique, de la masse, du mouvement propre et de la nature du spectre.

Nevill (E.). — Sur les termes de longue période dans l'expression complète de la longitude de la Lune (p. 266).

La méthode de l'auteur diffère de celle de M. Cowell en ce que M. Nevill n'admet, pour représenter les positions observées, l'introduction d'aucun terme dont l'époque et la période, sinon l'amplitude, ne soient indiquées par la théorie. Le problème, envisagé sous un aspect purement empirique, lui paraît comporter une indétermination excessive.

Cowell (P.-H.). — La longitude du périhélie de la Lune (p. 268).

Application des méthodes développées dans les Notes antérieures du même auteur (*Monthly Notices*, Vol. LXV, numéros de novembre et de décembre).

Les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi : évaluation de diverses constantes intéressant l'astronomie générale : accord satisfaisant établi, à une seule exception près, entre la théorie et l'observation pour les termes à courte période : représentation empirique des inégalités à longue période ; attention appelée sur la représentation imparfaite du principal terme dû à la figure de la Terre.

Brown (E.-W.). — Les valeurs finales des coefficients dans la nouvelle théorie lunaire (p. 276).

La marche suivie est expliquée dans des publications antérieures du même auteur (*Monthly Notices*, avril 1904 et décembre 1904).

Les coefficients de tous les termes périodiques pouvant atteindre 0°,01 sont donnés pour la longitude, la latitude et la parallaxe, avec la comparaison aux tables de Hansen. Les écarts n'ont d'importance que pour un petit nombre de termes dont le calcul est particulièrement difficile.

Observatoire royal de Greenwich. — Observations d'occultations d'étoiles par la Lune, faites dans l'année 1904 (Communication de l'Astronome Royal) (p. 297).

Crommelin (A.-C.-D.). — Ephéméride pour les observations physiques de Jupiter en 1905-1906 (p. 305).

Crommelin (A.-C.-D.). — Ephéméride pour les observations physiques de Saturne en 1905-1906-1907 (p. 315).

P. P.

VARIÉTÉS.

CLAVIUS ET L'ASTROLABE ;

PAR M. JEAN MASCART.

[*Suite* (1)].

Depuis l'édition qui fut donnée en 1472 par André Gallus (2),

(1) Voir *Bulletin astr.*, t. XXII, p. 86, 166, 215, 494 et t. XXIII, p. 45.

(2) Édition aujourd'hui très rare à la fin de laquelle on lit ces quatre vers :

Impressi Andreas hoc opus, cui Francia nomen
Tradivit; at civis Ferrariensis ego;

Herculeo felix Ferraria tuta manebat
Numine, perfectus cum liber iste fuit. MCCCCLXII.

ce livre fut réimprimé et commenté plus qu'aucun autre ⁽¹⁾ : il faudrait de nombreuses pages pour citer les commentateurs de Sacro-Bosco et, suivant le plan que nous nous sommes tracé dès le début, nous allons nous borner à indiquer ce qu'a donné Clavius à ce sujet ⁽²⁾, après son premier commentaire de 1570. Il fallait véritablement que cet ouvrage fût bien célèbre pour que, abandonnant le latin classique, et peu après Gallus, Pierre Vincent Dante cherchât à vulgariser la *Sphæra* de Sacro-Bosco par une traduction italienne ⁽³⁾ dès 1498; cette traduction ne fut publiée

⁽¹⁾ Une édition bien illustrée, à l'aide de gravures sur bois, du principal Ouvrage de Sacro-Bosco a pour titre :

Liber Ioannis de Sacro-Busto, de Sphæra, Viterbergæ, MDXXXVI, in-12 de 86 pages.

L'auteur de la préface, Philippe Melauchthon, déclare (p. A i j) qu'il a toujours aimé l'admirable Livre de Jean de Sacro-Bosco; il ajoute que les plus grands savants le préféreraient aux autres écrits du même genre, et voulaient le voir dans toutes les écoles et entre toutes les mains.

Il y a, dans la section intitulée *De quinque zonis*, une figure bien curieuse représentant la Terre sous la forme d'une ovale ayant un fort aplatissement aux pôles.

⁽²⁾ CHRIST. CLAVII, *Commentarius in sphæram Ioannis de Sacro-Busto*, in-4°. Rome, 1575.

CHRISTOPHORI CLAVII, *Commentarius in sphæram Jo. de Sacro-Bosco*, in-4°. Rome, 1581.

CHRISTOPHORI CLAVII, *Commentarius in sphæram Joan. de Sacro-Bosco; nunc tertio ab auctore recognitus et completatus*, in-4°. Rome, 1585.

CHRIST. CLAVII, *In sphæram Jo. de Sacro-Bosco commentarius, nunc tertio ab ipso recognitus*, in-4°. Venet., 1591.

CHRIST. CLAVII, *Commentarius in sphæram Joh. de Sacro-Bosco*, in-4°. Lugd., 1593.

CHRIST. CLAVII, *Commentarius in sphæram Jo. de Sacro-Busto*, in-4°. Venet., 1596.

CHRISTOPHORI CLAVII, *Commentarius in sphæram Jo. de Sacro-Busto*, in-4°. Lugd., 1600.

CHR. CLAVII, *In sphæram Jo. de Sacro-Bosco commentarius, nunc quinte ab ipso auctore recognitus et locupletatus. Accessit de crepusculis tractatio*, in-4°. Rome, 1606.

Ce livre a été réimprimé à Lyon en 1607 et, en 1612, dans les œuvres de Clavius où il occupe 316 pages in-folio.

CHRISTOPHORI CLAVII, *Commentarius in sphæram Jo. à Sacro-Bosco, editio postrema, ab auctore recognita, plerisque in locis completata : accessit geometrica et uberrima de crepusculis tractatio*, in-4°. Lugduni, 1618.

⁽³⁾ Voir E. LEBON, *Intermédiaire des Mathématiciens*, t. X, 1903, 1^{re} fasc., p. 16 et 8.

qu'en 1574, par les soins de son petit-fils Ignace Dante (¹), sous le titre : *La Sfera di M. Giovanni di Sacro-Bosco tradotta da Pier Vincentio Dante di Rinaldi, con le Annotazioni del medesimo. In Perugia MDLXXIII* (petit in-4° de 62 pages). L'imprimeur, Gio. Berardino Bastelli, a orné ce volume de nombreuses belles figures sur bois, intercalées dans le texte et Ignace Dante a écrit dans la préface : « Jean Sacrobosco naquit en Angleterre et fut élevé à Paris. Vers 1250, il était considéré comme étant un des premiers savants de Paris. Il a écrit sur l'Astrolabe, l'Arithmétique, les Computs ecclésiastiques et la Sphère. »

Au reste, Clavius lui rend hommage en des termes analogues (²), disant que Jean de Sacro-Bosco fut un célèbre philosophe et mathématicien, qui florissait vers l'an 1231 et dont le nom est resté célèbre dans toutes les écoles.

Néanmoins les Tables de Ptolémée devenaient de plus en plus défectueuses; considérant la complication de tous les cercles au moyen desquels Ptolémée — et à sa suite les Arabes — s'efforçait d'expliquer les mouvements célestes, le prince Alphonse ne craint pas de dire : « Si j'avais été appelé au conseil de Dieu, lorsqu'il créa l'Univers, les choses eussent été mieux ordonnées. » Aussi, cet héritier de la couronne de Castille conçut-il le dessein de construire de nouvelles Tables; il rassembla à Tolède tous les savants connus et les *Tables alphonsines* parurent le jour même où il fut couronné roi de Castille, Alphonse X (³) : ses Tables lui avaient coûté 40 000 ducats. Or les astronomes d'Alphonse avaient ajouté aux enchevêtrements de Ptolémée la complication introduite par Thâbit ibn Korrah (⁴) sous le nom de *trépidation*; ils attribuent à l'année la valeur très approchée $365^{\text{d}}5^{\text{h}}49^{\text{m}}16^{\text{s}}$; ils acceptent pour base les mêmes hypothèses que celles de Ptolémée, le même système du monde, avec quelques légères différences

(¹) Ignace Danti né à Pérouse en 1536, mort en 1586; auteur, lui-même, d'un *Traité sur l'Astrolabe* (Florence, 1569).

(²) CHRISTOPHORI CLAVII, BAMBERG. In *Sphæram Joannis de Sacro-Bosco commentarius*; Lugduni MDCXVII, p. 2, in-4° de 640 pages; et Romæ, MDCXXXI.

(³) Alphonse X mourut à Séville, détrôné et malheureux, en 1284.

(⁴) Thâbit ibn Korrah (ix^e siècle) subsiste surtout par ses travaux sur les *Nombres parfaits* et les *Nombres amiables*.

dans le moyen mouvement des planètes. L'auteur principal de ces Tables fut un juif, R. Isaac Abensid, surnommé Hazan, qui jugea bon d'y introduire en outre un certain nombre de rêveries cabalistiques : les Tables mêmes, datant de 1252, furent imprimées pour la première fois, à Venise, en 1483.

Nous ne pouvons passer sous silence Nicole Oresme (1323-1382) qui emploie la longitude et la latitude en tant que coordonnées rectangulaires dans le plan, comme sur la sphère, et, très rapidement, nous arrivons aux précurseurs directs, aux contemporains mêmes de Clavius : selon notre méthode nous mentionnerons ceux qu'il est *indispensable* de citer, pour nous en tenir à la bibliographie même de Clavius.

Au xv^e siècle, l'École française, avec Chuquet par exemple, était incontestablement à la tête du mouvement dans le progrès de la mathématique pure; mais, en revanche, c'est en Allemagne que nous voyons les applications se développer le plus rapidement et, par suite, l'Astronomie et la Trigonométrie y acquièrent une grande perfection. Peurbach (1423-1461), professeur à l'Université de Vienne, introduit en Europe la Trigonométrie de Ptolémée et celle des Arabes, il calcule lui-même de nouvelles Tables de sinus assez étendues, et mérite hautement notre reconnaissance en préparant ainsi les voies où le talent de Régiomontanus doit être particulièrement lumineux.

Johann Müller (1436-1476), ordinairement appelé Régiomontanus, eut une existence assez courte, mais fort agitée; ses travaux en Trigonométrie ont une portée très élevée et il est le premier à employer le *système décimal* dans ses Tables trigonométriques, bien que les *fractions décimales* proprement dites ne soient pas encore en usage; il calcule une Table de tangentes, de degré en degré; pour les Tables de sinus qu'il rédige en dernier lieu, tracées de minute en minute, la précision obtenue est la même que dans une Table actuelle à 7 décimales, car il égale le rayon à 10^7 . Nous avons déjà vu, jusqu'à Geber inclusivement, que nombre d'astromomes s'étaient efforcés de faire apprécier les plus importantes parties de la Trigonométrie sphérique des Arabes; Nassir

Eddin ⁽¹⁾ s'y était également employé; mais, à la suite de Peurbach, c'est véritablement Régiomontanus qui établit cette science définitive, d'autant plus que, grâce à ses travaux personnels, il donne à cette partie un développement élevé et procure à la Trigonométrie sphérique — comme à la Trigonométrie plane — une existence propre, indépendante de l'Astronomie : on peut désormais, avec lui, déterminer directement un angle dans un triangle sphérique. C'est là un avantage appréciable, qui vient compléter le rôle et la science de Nassir Eddin, antérieur de 200 ans, mais resté inconnu à Johann Müller. Enfin c'est à l'école de Régiomontanus que se rattache le curé Johann Werner, qui exprime le produit de deux sinus par la différence de deux cosinus.

Nicolas Copernic de Thorn (1473-1543) trouve ici sa place chronologique, mais son histoire n'est pas à faire et il suffit de le mentionner comme un des grands précurseurs de l'Astronomie actuelle. L'idée du mouvement de la Terre, si vague chez les Pythagoriciens, n'avait rien produit chez les Anciens, malgré la tentative d'Aristarque, parce que jamais elle n'avait été prise en considération par les astronomes : c'est au contraire son adoption qui est l'époque de l'Astronomie moderne. Cependant, si Copernic a la gloire d'être le fondateur de cette Astronomie, celle de s'en montrer le législateur était réservée à un génie plus inquiet et plus hardi : effrayé du pas qu'il avait osé faire, Copernic retarda le plus qu'il put la publication de son livre, et il s'efforça même d'y montrer aux astronomes que rien n'était changé pour eux.

Sébastien Munster, né à Ingelheim (Palatinat) en 1489, mort à Bâle en 1552. Il était entré, d'abord, dans l'ordre des Cordeliers; puis, après avoir embrassé les opinions de Luther, il se marie et se réfugie à Bâle où il doit mourir. Ses connaissances astronomiques l'ont assez justement fait surnommer le Strabon de l'Allemagne; son *Horologiographia* (1531-1533) est remarquable, car c'est le premier ouvrage où la construction des cadrans solaires prenne la forme moderne, avec un *style* parallèle à l'axe du monde, et il y résout complètement les problèmes des cadrans équatorial, horizontal, vertical méridien et vertical déclinant. La liste de ses

(1) Nassir Eddin, notable astronome et mathématicien qui fait faire de grands progrès à la Trigonométrie arabe; avec les problèmes délicats qu'il sait résoudre,

nombreux ouvrages se trouve dans la Bibliothèque de Gesner et nous ne pouvons citer ici ⁽¹⁾ que les plus importants.

Nonius, ou Pierre Nunnez (en espagnol Nûnes), né en 1492 à *Alcazar de Sol*, mort à *Coimbra* en 1577, Portugais, est un des meilleurs mathématiciens du xvi^e siècle; peut-être médecin de profession, il fut précepteur de Dom Henri, fils du roi Emmanuel, et enseigna les mathématiques à l'Académie de Conimbre. Ses contemporains estimaient surtout son *Algèbre*; de nombreux auteurs ont repris ses *Demonstrationes de Climatibus*; il s'occupa des *Crépuscules* ⁽²⁾ et de la *Loxodromie* et, si nous ne citons ici que la partie de ses travaux qui nous intéresse à présent ⁽³⁾, ses œuvres furent éditées à Bâle en 1592.

sa Trigonométrie nous renseigne utilement sur l'état de cette science chez les Arabes; résidant à Bagdad après la conquête de cette ville par les Mongols, il dirige l'observatoire de Maragha, et meurt à Bagdad en 1274.

⁽¹⁾ *Kalendarium Hebraicum, ex Hebræorum penetralibus jam recens in lucem*, editum à SEBASTIANO MUNSTERO, hébr. et lat., in-4°. Basileæ, 1527.

SEBASTIANI MUNSTERI, *Organum Uranicum, et canones super novo luminarium instrumento*, in-4°. Basileæ, 1531.

Compositio Horologiorum in plano, muro, truncis, annulo, cylindro et variis quadrantibus, Aut. SEBASTIANO MUNSTERO, in-4°. Basileæ, 1531.

Ce livre a 198 pages. Munster et Oronce-Finée sont les premiers qui aient donné la description de tous les cadrans solaires: ce sont les plus anciens traités de gnomonique et l'on ne peut y adjoindre que Vitruve et Pline.

SEBASTIANI MUNSTERI, *Horologographia*. Basileæ, 1532.

L'exemplaire de la Bibliothèque Nationale, à Paris, porte la date de 1533.

SEBASTIANI MUNSTERI, *Organum Uranicum; Theoricæ omnium planetarum, motus, canones, etc.*, in-fol. Basileæ, 1536.

Sphæra mundi, autore rab. *Abrahamo Hispano*, filio rabb. Haijæ, hébr. et latin, ab Osnaldo *Schreckenfuchsio*: SEB. MUNSTERUS illustravit Arithmeticâ, autore rabbi Elijâ Orientali, ex hébr. lat. ab eodem Osnaldo, in-4°. Basileæ, 1546.

Rudimenta mathematica: hæc in duos digeruntur libros... posterior Omnigenum horologiorum docet delineationes; autore SEBASTIANO MUNSTERO, in-fol. Basileæ, 1551.

⁽²⁾ Il traite notamment le problème du jour de *crépuscule minimum*, problème difficile pour l'époque.

⁽³⁾ D. PEDRO NUNNEZ, *Tratado de Sphæra. Dos Tratados del mesmo sobre la carta marina*, in-fol. Lisboa, 1537.

PETRI NONII Solaciensis De crepusculis, Item *Allacen Arabis* De causis crepusculorum, à Gerardo Cremonensi jam olim latinitate donatus, nunc veri omnium primum in lucem editus, in-4°, Olyssipone, 1542.

Sphæra J. de Sacro-Bosco emendata: Elice *Vinetti* Santonii Scholia in eamed

Si, à son époque, il était possible de connaître la *division des transversales* applicable à un instrument muni d'un *limbe*, Nonius l'a certainement ignorée, et il a du moins le très grand mérite d'imaginer une division destinée aux instruments formés d'un cercle, ou d'un quart de cercle plein, comme l'astrolabe. Les divisions étaient déjà trop près les unes des autres, ne supportaient plus les subdivisions qui eussent été enserrées dans un petit espace, et indistinctes : Nonius pense donc à les répartir dans tout l'espace plein situé entre le centre de l'instrument et la circonférence du cercle et, dans ce but, il trace le nombre grandement suffisant de 46 cercles concentriques ; le premier fut divisé à raison de 90 parties pour un quart de cercle, le second en 89 parties, le troisième en 88, etc. et, pour observer, il suffisait de remarquer à quelle division, n'importe sur quel cercle, répondait l'alidade. Puis une simple *règle de trois* permettait de rapporter la division observée à celle qui donnait 90 parties au quart de cercle : c'est l'invention même du *vernier* ⁽¹⁾ qui, sous sa nouvelle forme, un siècle plus tard, allait éviter la multiplicité des divisions.

Oronce Fine ⁽²⁾, né à Briançon en 1494, mort en octobre 1555 ; fils d'un médecin, professeur de mathématiques au Collège Royal à Paris, Oronce Fine fut patronné dans ses études par Antoine Silvestre : il était plutôt mécanicien, fort adroit de ses mains, et

Sphæram ab ipso autore restituta ; Compendium in Sphæram, per Pierium *Valerianum* Bellunensem ; PETRI NONII Solaciensis Demonst. eorum quæ in extremo capite de climatibus Sacro-Boscus scribit de inæquali climatum latitudine : eodem Vineto interprete, in-8°. Lutetiae, 1561.

PETRI NONII Solaciensis Opera, quæ....., in-fol. Basileæ, 1566, 2^e édition plus complète en 1592.

PETRI NONII Solaciensis De arte atque ratione navigandi libri II, Ejusd. in Theoricas planetarum *G. Purbachii* Annotationes, et in problema mechanicum Aristotelis de motu navigii ex remis. Ejusdem De erratis *Orontii Finæi* liber unus. Ejusdem De crepusculis liber I, cum libello *Allacen* de causis crepusculorum, in-fol. Conimbricæ, 1573.

PETRI NONII de coste atque ratione navigandi Libri II. Ejusd. in Theoricas planetarum *G. Purbachii* Annotationes, in-fol. Conimbræ, 1578.

⁽¹⁾ Pierre Vernier, (1580-1637), châtelain d'Ornans (Franche-Comté). Il décrit le *vernier* dans un Ouvrage publié à Bruxelles en 1631.

⁽²⁾ Et non Oronce FINEE (de Orontius FINÆUS) : V. CANTOR, *loc. cit.*, page 375.

inventa une horloge en 1553. Oronce Fine ⁽¹⁾ est des premiers, avec Munster, à traiter la question des cadrans solaires d'une manière générale.

Maurolycus, né à Messine en 1494, mort en 1575; d'une famille grecque qui était venue chercher asile en Italie, l'abbé Maurolycus reçut de son père une instruction astronomique et, après la période fort troublée qu'avait traversée la Sicile, on peut dire qu'il fut le premier grand mathématicien de ce pays depuis Archimède : il composa une immense Encyclopédie des mathématiques pures et appliquées, réunion et critique des astronomes grecs et romains, principaux travaux des Arabes et des mathématiciens du moyen âge. Maurolycus s'occupe principalement d'Astronomie ⁽²⁾ : il

(1) ORONTHI FINÆI, *De Solaribus horologiis, etc.*, in-4°. Paris, 1531.

On voit, à la fin, que ce livre a été terminé en 1532, et l'on retrouve un *traité des cadrans* à la fin d'un recueil général in-fol. paru à Paris en 1532.

ORONTHI FINÆI *Quadrans Astrolabicus*, in-fol. Paris, 1534.

ORONTHI FINÆI, *Tr. de principiis Astronomiæ, Declaratio astrolabii de spheræ projectione in plano et de torqueto*, in-4°. Basil. 1535.

ORONTHI FINÆI, *De mundi spherâ sive cosmographiâ, primæ astron. parte, Ejusdem rectorum in circuli quadrante substensarum Demonstratio. Ejusdem organum universale*, in-fol. Parisiis, 1541.

De duodecim cæli domiciliis et horis inæqualibus Libellus, una cum ipsorum domorum at que horarum inæqualium instrumento ad latitudinem Parisiensem delineato; ab ORONTE FINÆO, in-4°. Lutetiæ, 1553.

ORONTHI FINÆI, *De Solaribus horologiis et quadrantibus libri quatuor*, in-4°. Paris, 1560.

Annuli Astronomici usus, ex variis auctoribus, Petro Beausardo, Gemmâ Frisio, Jo. Dryandro, Boneto Hebræo, Burchard Mithodio, ORONTIO FINÆO, in-8°. Paris, 1558.

(2) Parmi ses ouvrages, ceux qui nous concernent :

FRANCISCI MAUROLICI, *Cosmographia*, in-4°. Venetiis, 1540.

Cosmographia FRANCISCI MAUROLICI, Messanensis Siculi, in tres dialogos distincta; in quibus de formâ, situ numeroque tam cælorum quam elementorum aliisque rebus ad astronomica rudimenta spectantibus satis disseritur, ad R. card. Bembum, in-4°. Venet., 1543.

FRANCISCI MAUROLICI, abbatis Messanensis, *Cosmographia..... de formâ, situ numeroque cælorum*, in-4°. Venet., 1575.

FRANCISCI MAUROLICI, abbatis Messanensis, *Opuscula mathematica, nunc primum in lucem edita. De spherâ; Computus ecclesiasticus; Tractatus instrumentorum astronomicorum; De lineis horariis libri tres*, in-4°. Venet., 1575.

Theoricæ novæ planet. Georg. PURBACHII. Franc. MAUROLICI. Computus eccle-

introduit l'usage des *sécantes* dans les calculs trigonométriques; il construit une Table qu'il publie à la suite des *Sphériques* de Théodose; il commence à se servir de lettres pour les opérations et jette ainsi les premières bases du calcul algébrique; il étudie les mouvements des astres, fait des observations et donne des descriptions d'instruments — ainsi l'étoile de 1572, dans Cassiopée, paraît avoir été observée par Maurolic 3 jours avant Tycho-Brahé.

Au reste, ce bon abbé est assez avancé pour son siècle : il déclare que Copernic méritait seulement d'être *fustigé* plutôt que repris plus sévèrement (1). Ce jugement l'honore, relativement, et se rapproche de l'opinion *courageuse* que devait émettre le célèbre frère Paolo à l'occasion du voyage de Galilée, mandé à Rome. Quant à la tolérance de Maurolycus il la déclare entière pour ses besoins, et donne la permission de lire tous les ouvrages écrits sur le sujet qu'il veut traiter à son tour.

Cette époque doit encore arrêter notre attention par une importante manifestation scientifique : enveloppée dans l'incertitude de ses *stades*, l'antiquité fournissait peu de lumières en ce qui concerne la dimension de la Terre, et l'on tenait justement pour défectueuses les déterminations d'Eratosthènes et des Arabes. L'ignorance de la valeur des stades empêchait pareillement d'apprécier les mesures rapportées par Aristote et par Possidonius; les opérations modernes étaient discordantes et ne méritaient pas plus de confiance : Snellius fait son degré trop faible de 2000 toises, Norwood le fait excéder de 4000 toises; Fernel, voyageant dans une chaise, avait bien mesuré le degré et, si son procédé paraît grossier, la valeur qu'il indique ne s'éloignait pas beaucoup de la vérité — mais on ignorait ce fait, et l'on estimait l'exactitude de son résultat par l'inexactitude présumée de ses moyens.

C'est au milieu d'une telle incertitude que l'*Académie des*

siasticus, sive de ratione anni. HEDR. GLAREANI, *Helvetii Geographia*, in-8°. Colon, 1591.

Euclidis, Apollonii, Sereni, Archimedis, Theodosii, Menelai Opera. MAUROLICI *Sphærica*, in-8°, 3 vol. Paris, 1626.

(1) Voir : BAILLY, *Histoire de l'Astronomie moderne*, 1779.

Voici le passage exact que ne donne pas Bailly : *Toleratur et Nicolaus Copernicus, qui Solem fixum ac Terram in gyrum circum verti posuit et scuticâ potius aut flagello quam reprehensione dignus est.*

Sciences discuta cette question et tenta de délibérer sur le procédé qu'il fallait adopter pour approcher la solution. Riccioli, sur un principe théoriquement exact — angle formé par les verticales de deux lieux — donne une mauvaise détermination. Maurolycus propose une méthode qui fut rappelée, plus tard, par Picard : il s'agit de prendre la distance maximum à laquelle on voit, d'un bateau, une montagne de hauteur connue; mais pour l'époque, la base, chemin parcouru par le navire, était d'une estimation fort malaisée.

Frédéric Commandin, né à Urbin (Italie) en 1509, mort en 1575. Issu de noble famille, Commandin fut très habile en grec, ce qui lui fut d'un grand secours pour donner de nombreuses traductions latines des géomètres grecs ⁽¹⁾ : et il rendit service de la sorte, par répercussion, en accoutumant à la rigueur grecque. François Marie, duc d'Urbin, le patronna utilement dans la reconstitution latine des œuvres anciennes, et, si l'on peut reprocher à Commandin une certaine précipitation à publier, qui contraste avec la pondération de Maurolycus, il faut du moins citer parmi ses disciples d'excellents auteurs tels que Bernardin Baldus, Gui Ubaldus, etc.....

(1) Pour ce qui nous concerne, nous avons :

PTOLEMÆI PLANISPHERIUM, JORDANI PLANISPHERIUM, *Commandini commentarius in Ptolemæi Planisphærium*, in-4°. Venitiis, 1558.

Il y a également une édition de 1588.

PTOLEMÆUS, *De Analemmate cum Frederici Commandini comment. Ejusdem Commandini Liber de horologiorum descriptione*, in-4°. Romæ, 1562.

Imprimé également à Venise la même année.

Cl. PTOLEMÆUS, *De Annalemmate, à Fred. Commandino instauratus. Ejusdem horologiorum Descriptio*, in-4°. Romæ, 1572.

PAPPI ALEXANDRINI. *Collectionem mathematicarum libri VI superstites nempe libri III-VIII, à Frederico Commandino Urbinate, ex greco in latinum conversi, cum commentariis*, in-fol, Pisauri, 1588.

Réimprimé en 1602 à Pesaro, et en 1660 à Bologne.

(A suivre).



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LES SOLUTIONS PÉRIODIQUES VOISINES DES POSITIONS D'ÉQUILIBRE RELATIF, DANS LE PROBLÈME DES n CORPS;

PAR M. H. ANDOYER.

1. J'ai étudié dans un article précédent, publié au *Bulletin*, les conditions de l'équilibre relatif de n points matériels $M_1, M_2, \dots, M_n$, de masses $m_1, m_2, \dots, m_n$: je me propose ici d'étudier d'une façon générale les solutions périodiques dans le voisinage de ces positions d'équilibre; cette étude a déjà été faite dans un certain nombre de cas particuliers. Je me contenterai de renvoyer à ce sujet aux *Traité de Mécanique céleste*, publiés récemment par M. C.-L. Charlier (*Die Mechanik des Himmels*, Band II, Leipzig, 1905) et par M. F.-R. Moulton (*An Introduction to celestial Mechanics*, New-York et Londres, 1902).

Je supposerai que les corps s'attirent mutuellement, la force d'attraction qui s'exerce entre M_i et M_j étant de la forme $f m_i m_j r_{ij}^k$, où f et k sont fixes, tandis que r_{ij} désigne la distance $M_i M_j$. Dans le cas de la loi de Newton, on aura $k = -2$.

L'énergie potentielle du système est $U = \sum_{ij} \frac{f m_i m_j r_{ij}^{k+1}}{k+1}$, du moins si l'on suppose $k+1 \neq 0$.

Rapportons le système à des axes rectangulaires $Oxyz$, ayant pour origine le centre de gravité O du système, tels que Oz ait une direction fixe dans l'espace, et que le plan xOy tourne autour de Oz avec une vitesse angulaire constante ω . Les coordonnées de M_i par rapport à ces axes seront x_i, y_i, z_i , et le temps sera désigné par t ; nous supposons d'ailleurs, comme on peut le faire sans diminuer la généralité, le centre de gravité O fixe, et nous conserverons les $3n$ variables x_i, y_i, z_i , liées par les relations

$$\sum m_i x_i = 0, \quad \sum m_i y_i = 0, \quad \sum m_i z_i = 0.$$

En faisant

$$F = U - \frac{\omega^2}{2} \sum m_i (x_i^2 + y_i^2),$$

on sait qu'on peut écrire les équations du mouvement sous la forme

$$\begin{aligned}\frac{d^2 x_i}{dt^2} - 2\omega \frac{dy_i}{dt} + \frac{1}{m_i} \frac{\partial F}{\partial x_i} &= 0, \\ \frac{d^2 y_i}{dt^2} + 2\omega \frac{dx_i}{dt} + \frac{1}{m_i} \frac{\partial F}{\partial y_i} &= 0, \\ \frac{d^2 z_i}{dt^2} + \frac{1}{m_i} \frac{\partial F}{\partial z_i} &= 0,\end{aligned}$$

et qu'on a l'intégrale de Jacobi

$$\sum \frac{m_i}{2} \left[\frac{dx_i^2}{dt^2} + \frac{dy_i^2}{dt^2} + \frac{dz_i^2}{dt^2} \right] = C - F,$$

C désignant une constante.

Au lieu des variables x_i et y_i introduisons les suivantes

$$u_i = x_i + y_i \sqrt{-1}, \quad v_i = x_i - y_i \sqrt{-1},$$

de sorte que

$$r_{ij}^2 = (u_i - u_j)(v_i - v_j) + (z_i - z_j)^2,$$

et que

$$F = U - \frac{\omega^2}{2} \sum m_i u_i v_i;$$

les équations deviennent

$$\begin{aligned}\frac{d^2 u_i}{dt^2} + 2\omega \sqrt{-1} \frac{du_i}{dt} + \frac{2}{m_i} \frac{\partial F}{\partial v_i} &= 0, \\ \frac{d^2 v_i}{dt^2} - 2\omega \sqrt{-1} \frac{dv_i}{dt} + \frac{2}{m_i} \frac{\partial F}{\partial u_i} &= 0, \\ \frac{d^2 z_i}{dt^2} + \frac{1}{m_i} \frac{\partial F}{\partial z_i} &= 0.\end{aligned}$$

Remplaçons u_i et v_i par $a_i + u_i$, $b_i + v_i$, les a_i et b_i étant des constantes : il ne pourra d'ailleurs résulter aucune confusion du double emploi momentané des lettres u_i et v_i .

Les équations garderont la même forme. Développons alors F suivant les puissances des u_i , v_i , z_i ; à cet effet, désignons par p_{ij} l'expression $f[(a_i - a_j)(b_i - b_j)]^{\frac{k-1}{2}}$, et convenons de faire $p_{ii} = 0$;

puissions

$$\begin{aligned} P_{i\neq} &= \sum_j m_j P_{ij}, & P_{ij} &= -m_j P_{ji}, & (i \neq j, P_{ij} \neq P_{ji}), \\ Q'_{i\neq} &= \sum_j m_j P_{ij} \frac{a_i - a_j}{b_i - b_j}, & Q'_{ij} &= -m_j P_{ij} \frac{a_i - a_j}{b_i - b_j}, & (i \neq j, Q'_{ij} \neq Q'_{ji}), \\ Q''_{i\neq} &= \sum_j m_j P_{ij} \frac{b_i - b_j}{a_i - a_j}, & Q''_{ij} &= -m_j P_{ij} \frac{b_i - b_j}{a_i - a_j}, & (i \neq j, Q''_{ij} \neq Q''_{ji}). \end{aligned}$$

Il vient alors en désignant par F_0 une constante

$$\begin{aligned} F &= F_0 - \frac{\omega^2}{2} \sum m_i (b_i u_i + a_i v_i + u_i v_i) \\ &+ \frac{1}{2} \sum_i \left(m_i u_i \sum_j b_j P_{ij} \right) + \frac{1}{2} \sum_i \left(m_i v_i \sum_j a_j P_{ij} \right) \\ &+ \frac{1}{2} \sum_i \left(m_i z_i \sum_j z_j P_{ij} \right) \\ &+ \frac{k-1}{8} \sum_i \left(m_i u_i \sum_j u_j Q'_{ij} \right) + \frac{k-1}{8} \sum_i \left(m_i v_i \sum_j v_j Q'_{ij} \right) \\ &+ \frac{k+1}{8} \sum_i \left(m_i u_i \sum_j v_j P_{ij} \right) + \frac{k+1}{8} \sum_i \left(m_i v_i \sum_j u_j P_{ij} \right) + \dots, \end{aligned}$$

les sommations étant étendues à toutes les valeurs des indices i et j , mêmes égales entre elles.

Les équations du mouvement deviennent par suite

$$\begin{aligned} \frac{d^2 u_i}{dt^2} + 2\omega \sqrt{-1} \frac{du_i}{dt} - \omega^2 u_i + \left[-\omega^2 a_i + \sum_j a_j P_{ij} \right] \\ + \frac{k+1}{2} \sum_j u_j P_{ij} + \frac{k-1}{2} \sum_j v_j Q'_{ij} + \dots = 0, \\ \frac{d^2 v_i}{dt^2} - 2\omega \sqrt{-1} \frac{dv_i}{dt} - \omega^2 v_i + \left[-\omega^2 b_i + \sum_j b_j P_{ij} \right] \\ + \frac{k+1}{2} \sum_j v_j P_{ij} + \frac{k-1}{2} \sum_j u_j Q'_{ij} + \dots = 0, \\ \frac{d^2 z_i}{dt^2} + \sum_j z_j P_{ij} + \dots = 0; \end{aligned}$$

les sommations étant étendues à toutes les valeurs de j .

2. Les quantités $(a_i, b_i, 0)$ seront les coordonnées (u, v, z) du corps M_i dans une position d'équilibre relatif du système, si l'on a les relations

$$\begin{aligned} -\omega^2 a_i + \sum_j a_j P_{ij} &= 0, \\ -\omega^2 b_i + \sum_j b_j P_{ij} &= 0; \end{aligned}$$

et les mouvements infiniment voisins de cette position d'équilibre seront déterminés par les équations précédentes, où l'on ne gardera que les termes écrits, de façon à les réduire à la forme linéaire et homogène.

On voit d'abord que l'étude des z_i se sépare de celle des u_i et v_i . On peut chercher des solutions de la forme $z_i = C_i \sin(ht + \mathfrak{S})$, h , $\mathfrak{S}$ et les C_i étant des constantes. On est amené aux relations

$$-h^2 C_i + \sum_j C_j P_{ij} = 0,$$

et les h^2 sont racines de l'équation

$$\begin{vmatrix} P_{11} - h^2 & P_{12} & P_{13} & \dots \\ P_{21} & P_{22} - h^2 & P_{23} & \dots \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} - h^2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix} = 0,$$

qui se réduit facilement à une *équation en S*; il suffit de multiplier les lignes du déterminant respectivement par $\sqrt{m_1}$, $\sqrt{m_2}$, $\sqrt{m_3}$, ..., et de diviser les colonnes par les mêmes quantités : alors en effet P_{12} et P_{21} , par exemple, sont remplacés par $-\sqrt{m_1 m_2} p_{12}$.

Il en résulte que cette équation a toutes ses racines réelles. Il est d'ailleurs facile de la développer sous la forme

$$h^{2n} - H_1 h^{2n-2} + H_2 h^{2n-4} - \dots = 0;$$

et l'on trouve sans peine :

1^o

$$H_1 = \sum m_i p_{ij},$$

la sommation étant étendue à toutes les valeurs de i et j , mais i et j étant distincts;

2^o

$$H_2 = \sum m_i m_{i'} p_{ij} p_{i'j'},$$

la sommation étant étendue à toutes les combinaisons complètes deux à deux (ii'), et à toutes les valeurs de j et j' telles que les facteurs p_{ij} et $p_{i'j'}$ soient distincts, et que l'on ait $j \neq j'$;

3^o

$$H_3 = \sum m_i m_{i'} m_{i''} p_{ij} p_{i'j'} p_{i''j''},$$

la sommation étant étendue à toutes les combinaisons complètes trois à trois ($i \ i' \ i''$), et à toutes les valeurs j, j', j'' telles que les facteurs $p_{ij}, p_{i'j'}, p_{i''j''}$ soient différents, telles aussi que j, j', j'' soient distincts, et ne soient pas les mêmes dans leur ensemble que i, i', i'' .

Et ainsi de suite.

On voit par là que, le coefficient f étant supposé positif, l'équation en h^2 ne peut avoir de racines négatives.

A cause des relations évidentes $\sum_i m_i p_{ij} = 0$, on a, en ajoutant membre à membre les équations aux C_i multipliées par les m_i ,

$$-h^2 \sum m_i C_i = 0.$$

Il en résulte, comme il était évident par ailleurs, que l'équation en h^2 admet une racine nulle : cette racine ne convient pas à notre problème, car, O étant le centre de gravité du système, on doit avoir $\sum m_i z_i = 0$, et par suite $\sum m_i C_i = 0$, ce qui n'est pas quand on prend $h^2 = 0$, puisque alors les C_i sont égaux. On voit en même temps que, pour une autre valeur quelconque de h^2 , on a

$$\sum m_i C_i = 0,$$

de sorte qu'on obtient une solution véritable du problème, et c'est une solution périodique réelle, d'après ce qui a été dit.

En ajoutant encore les équations aux C_i multipliées respectivement par les $m_i a_i$ ou $m_i b_i$, et tenant compte des conditions de l'équilibre, on obtient les relations

$$(\omega^2 - h^2) \sum m_i a_i C_i = 0, \quad (\omega^2 - h^2) \sum m_i b_i C_i = 0;$$

l'équation en h^2 admet donc la racine ω^2 , simple ou double suivant que les a_i sont ou ne sont pas proportionnels aux b_i , c'est-à-dire suivant que les masses M_i sont ou ne sont pas en ligne droite.

Pour les racines différentes de ω^2 , on a les relations

$$\sum m_i a_i C_i = 0, \quad \sum m_i b_i C_i = 0.$$

Pour $h^2 = \omega^2$, les C_i peuvent être choisis de la forme $\lambda a_i + \mu b_i$, λ et μ étant des constantes. Dans cette solution, les corps décrivent

d'un même mouvement vibratoire des droites perpendiculaires au plan xOy , et les amplitudes des vibrations sont proportionnelles aux distances des positions d'équilibre des corps à une droite arbitraire passant par le centre de gravité O dans le plan xOy .

3. Étudions maintenant les u_i et v_i . On peut chercher des solutions de la forme $u_i = A_i e^{g\sqrt{-1}t}$, $v_i = B_i e^{g\sqrt{-1}t}$, les A_i , B_i et g étant des constantes, ce qui conduit aux relations

$$\begin{aligned} -(g + \omega)^2 A_i + \frac{k+1}{2} \sum_j A_j P_{ij} + \frac{k-1}{2} \sum_j B_j Q'_{ij} &= 0, \\ -(g - \omega)^2 B_i + \frac{k-1}{2} \sum_j A_j Q'_{ij} + \frac{k+1}{2} \sum_j B_j P_{ij} &= 0; \end{aligned}$$

éliminant linéairement les coefficients A_i et B_i , on a l'équation en g

$$\begin{vmatrix} \frac{k+1}{2} P_{11} - (g + \omega)^2 & \frac{k+1}{2} P_{12} & \dots & \frac{k-1}{2} Q'_{11} & \frac{k-1}{2} Q'_{12} & \dots \\ \frac{k+1}{2} P_{21} & \frac{k+1}{2} P_{22} - (g + \omega)^2 & \dots & \frac{k-1}{2} Q'_{21} & \frac{k-1}{2} Q'_{22} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{k-1}{2} Q''_{11} & \frac{k-1}{2} Q''_{12} & \dots & \frac{k+1}{2} P_{11} - (g - \omega)^2 & \frac{k+1}{2} P_{12} & \dots \\ \frac{k-1}{2} Q''_{21} & \frac{k-1}{2} Q''_{22} & \dots & \frac{k+1}{2} P_{21} & \frac{k+1}{2} P_{22} - (g - \omega)^2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix} = 0$$

cette équation est à coefficients réels du degré $2n$ en g^2 , car elle ne change évidemment pas quand on change les signes de deux des quantités g , ω , $\sqrt{-1}$. A chaque racine positive de cette équation en g^2 correspondra une solution périodique réelle du problème, infiniment voisine de la position d'équilibre considérée, facile d'ailleurs à exprimer en termes réels. Si en effet A'_i et B'_i désignent les quantités conjuguées de A_i et B_i , on a aussi, dans le cas envisagé, la solution $u_i = B'_i e^{-g\sqrt{-1}t}$, $v_i = A'_i e^{-g\sqrt{-1}t}$, et, en combinant cette solution avec la précédente, on a la solution réelle

$$\begin{aligned} u_i &= \frac{A_i + B'_i}{2} \cos gt + \frac{A_i - B'_i}{2} \sqrt{-1} \sin gt, \\ v_i &= \frac{A'_i + B_i}{2} \cos gt - \frac{A'_i - B_i}{2} \sqrt{-1} \sin gt; \end{aligned}$$

u_i et v_i sont en effet de cette façon des quantités conjuguées.

Comme plus haut, les relations

$$\sum_i m_i P_{ij} = 0, \quad \sum_i m_i Q'_{ij} = 0, \quad \sum_i m_i Q''_{ij} = 0,$$

conduisent à

$$-(g + \omega)^2 \sum m_i A_i = 0, \quad -(g - \omega)^2 \sum m_i B_i = 0;$$

l'équation en g^2 admet donc la racine double ω^2 , qui ne convient pas au problème; pour une autre valeur de g^2 , au contraire, les conditions nécessaires $\sum m_i A_i = 0$, $\sum m_i B_i = 0$ sont vérifiées.

De la même façon encore que précédemment, on a les relations *

$$\left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g + \omega)^2 \right] \sum m_i b_i A_i + \frac{k-1}{2} \sum_j \left(B_j \sum_i m_i b_i Q'_{ij} \right) = 0,$$

$$\left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g - \omega)^2 \right] \sum m_i a_i B_i + \frac{k-1}{2} \sum_j \left(A_j \sum_i m_i a_i Q''_{ij} \right) = 0;$$

mais, d'après la définition et les conditions d'équilibre, on a

$$\sum_i m_i b_i Q'_{ij} = \sum_i m_i a_i P_{ij} = m_j a_j \omega^2,$$

$$\sum_i m_i a_i Q''_{ij} = \sum_i m_i b_i P_{ij} = m_j b_j \omega^2,$$

et l'on a par suite

$$\left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g + \omega)^2 \right] \sum m_i b_i A_i + \frac{k-1}{2} \omega^2 \sum m_i a_i B_i = 0,$$

$$\left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g - \omega)^2 \right] \sum m_i a_i B_i + \frac{k-1}{2} \omega^2 \sum m_i b_i A_i = 0.$$

L'équation en g^2 admet donc les racines de l'équation

$$\left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g + \omega)^2 \right] \left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g - \omega)^2 \right] - \left(\frac{k-1}{2} \omega^2 \right)^2 = 0,$$

c'est-à-dire 0 et $(k+3)\omega^2$.

Pour les autres racines de l'équation en g^2 , on a les relations

$$\sum m_i b_i A_i = 0, \quad \sum m_i a_i B_i = 0.$$

Pour $g^2 = 0$ ou $g^2 = (k+3)\omega^2$, on a $A_i = \lambda a_i$, $B_i = \mu b_i$,

λ et μ étant des constantes; pour $g=0$, on a $\mu=-\lambda$; pour $g=\omega\sqrt{k+3}$, il vient $\mu=\lambda\frac{k+7+4\sqrt{k+3}}{k-1}$.

La racine $g=0$ correspond à ce fait qu'il y a encore équilibre relatif quand on fait tourner tout le système autour de son centre de gravité.

La racine $g=\omega\sqrt{k+3}$, comme d'ailleurs la racine $h=\omega$ de l'équation en h^2 , correspond au fait bien connu que l'on peut écarter légèrement le système de sa position d'équilibre, de façon que les n corps décrivent des trajectoires semblables autour de leur centre de gravité, comme si chacun d'eux était seul.

Dans le cas de la loi de Newton, on a $k=-2$, et la racine spéciale de l'équation en g^2 est ω^2 , outre zéro.

4. Lorsque les masses m_i sont en ligne droite, les rapports $\frac{a_i-a_j}{b_i-b_j}$ sont tous égaux, et l'on peut faire généralement

$$Q_{ij}=\lambda P_{ij}, \quad Q'_{ij}=\frac{1}{\lambda} P_{ij}.$$

Il est alors possible de décomposer complètement le premier membre de l'équation en g^2 en facteurs du second degré correspondant aux diverses racines de l'équation en h^2 .

Supposons en effet que, pour une racine de cette dernière équation, on ait $z_i=C_i\sin(ht+\mathfrak{S})$, de sorte que $\sum_j C_j P_{ij}=h^2 C_i$, ce qui peut s'écrire encore $\sum_i m_i C_i P_{ij}=h^2 m_j C_j$; alors, si on multiplie les équations où figure $(g+\omega)^2$ ou $(g-\omega)^2$ respectivement par $m_i C_i$, et qu'on ajoute, il viendra

$$\left[\frac{k+1}{2} h^2 - (g+\omega)^2\right] \sum m_i C_i A_i + \frac{k-1}{2} h^2 \lambda \sum m_i C_i B_i = 0,$$

$$\left[\frac{k+1}{2} h^2 - (g-\omega)^2\right] \sum m_i C_i B_i + \frac{k-1}{2} \frac{h^2}{\lambda} \sum m_i C_i A_i = 0.$$

L'équation en g^2 admet donc les racines de l'équation

$$\left[\frac{k+1}{2} h^2 - (g+\omega)^2\right] \left[\frac{k+1}{2} h^2 - (g-\omega)^2\right] - \left(\frac{k-1}{2} h^2\right)^2 = 0,$$

ou

$$g^4 - g^2[2\omega^2 + (k+1)h^2] + (\omega^2 - h^2)(\omega^2 - kh^2) = 0,$$

et, pour les autres valeurs de g que celles-ci, on a les relations

$$\sum m_i C_i A_i = 0, \quad \sum m_i C_i B_i = 0.$$

C'est ainsi que, pour $h^2 = 0$, on retrouve la racine double $g^2 = \omega^2$; pour $h^2 = \omega^2$, on retrouve $g^2 = 0$ et $g^2 = (k+3)\omega^2$.

Dans le cas de la loi de Newton, l'équation en g^2 se décompose en équations partielles de la forme

$$g^4 - (2\omega^2 - h^2)g^2 + (\omega^2 - h^2)(\omega^2 + 2h^2) = 0;$$

une telle équation a une seule racine positive pour $h^2 > \omega^2$; elle a deux racines positives pour $\omega^2 > h^2 > \frac{8}{9}\omega^2$.

5. Envisageons le cas où l'une des masses, m_1 , par exemple, est infiniment petite et d'influence négligeable. Dans ce cas, il est clair que tout ce qui précède subsiste pour le système total considéré, mais peut être appliqué aussi au système partiel formé par les masses m_j , où $j = 2, 3, \dots, n$.

En particulier on peut considérer ce système comme restant en équilibre relatif, et étudier les petits mouvements de l'unique masse m_1 autour de sa position d'équilibre M_1 . Si u_1, v_1, z_1 sont, comme toujours, les coordonnées de m_1 par rapport aux droites isotropes du plan xOy et à la parallèle à Oz menées par M_1 , on a les conditions

$$(-\omega^2 + P_{11})a_1 + \sum_j a_j P_{1j} = 0,$$

$$(-\omega^2 + P_{11})b_1 + \sum_j b_j P_{1j} = 0,$$

et les équations

$$\frac{d^2 u_1}{dt^2} + 2\omega \sqrt{-1} \frac{du_1}{dt} + 2 \frac{\partial F'}{\partial v_1} = 0,$$

$$\frac{d^2 v_1}{dt^2} - 2\omega \sqrt{-1} \frac{dv_1}{dt} + 2 \frac{\partial F'}{\partial u_1} = 0,$$

$$\frac{d^2 z_1}{dt^2} + \frac{\partial F'}{\partial z_1} = 0,$$

avec

$$F' = C + \frac{k-1}{8} (u_1^2 Q'_{11} + v_1^2 Q'_{11}) \\ + \left(\frac{k+1}{4} P_{11} - \frac{\omega^2}{2} \right) u_1 v_1 + \frac{1}{2} P_{11} z_1^2 + \dots,$$

C étant une constante quelconque.

On a d'ailleurs l'intégrale de Jacobi, qui peut s'écrire

$$\frac{1}{2} \left(\frac{du_1}{dt} \frac{dv_1}{dt} + \frac{dz_1^2}{dt^2} \right) + F' = 0.$$

L'équation $F' = 0$ définit une surface Σ , dite *surface limite* ou *surface de vitesse nulle*, parce que pour un mouvement réel, C étant donnée, on doit avoir $F' < 0$, et que $F' = 0$ toutes les fois que la vitesse de m_1 est nulle.

Si $C = 0$, la surface Σ a un point conique en M_1 ; les directions principales du cône K des tangentes sont Oz et deux directions du plan des xy définies par l'équation $u_1^2 Q'_{11} - v_1^2 Q'_{11} = 0$.

Si C est très petit, la surface Σ aux environs de M_1 sera une quadrique réelle ou imaginaire, ayant mêmes axes que le cône K .

Si maintenant on cherche comme précédemment des solutions de la forme $u_1 = A_1 e^{g\sqrt{t-1}}$, $v_1 = B_1 e^{g\sqrt{t-1}}$, $z_1 = C_1 \sin(ht + \mathfrak{S})$, on voit tout de suite que l'on a

$$h^2 = P_{11}$$

et

$$\left[\frac{k+1}{2} P_{11} - (g + \omega)^2 \right] \left[\frac{(k+1)}{2} P_{11} - (g - \omega)^2 \right] - \left(\frac{k-1}{2} \right)^2 Q'_{11} Q''_{11} = 0,$$

ou bien

$$g^4 - g^2 [2\omega^2 + (k+1)P_{11}] + \left(\omega^2 - \frac{k+1}{2} P_{11} \right)^2 - \left(\frac{k-1}{2} \right)^2 Q'_{11} Q''_{11} = 0.$$

Les équations générales en h^2 et g^2 admettront donc dans ce cas les racines de ces équations particulières.

Si g a une valeur réelle, on a pour la masse m_1 dans le plan xOy une orbite réelle infiniment voisine de M_1 ; c'est une ellipse dont l'équation s'écrit facilement sous la forme

$$(u_1 A'_1 - v_1 B'_1)(u_1 B_1 - v_1 A_1) + \frac{(A_1 A'_1 - B_1 B'_1)^2}{4} = 0,$$

A'_1 et B'_1 étant conjugués de A_1 et B_1 .

Les axes de cette ellipse sont définis par l'équation

$$u_1^2 A'_1 B_1 - v_1^2 A_1 B'_1 = 0,$$

qui se ramène tout de suite à $u_1^2 Q'_{11} - v_1^2 Q'_{11} = 0$: ce sont donc encore les mêmes que ceux trouvés plus haut pour le cône K .

6. Supposons maintenant que plusieurs des masses, $m_1, m_2, \dots, m_p$ par exemple, soient infiniment petites et infiniment rapprochées de sorte que leur action sur les autres masses soit négligeable, tandis que leur action mutuelle ne l'est pas, et que les quantités telles que $m_i p_{ij}$ restent finies.

Tout ce qui a été dit en général subsiste pour le système total, mais peut être appliqué aussi pour le système partiel formé par les masses m_j , où $j = p+1, p+2, \dots, n$.

En particulier, on peut considérer ce système comme restant en équilibre relatif, et étudier les petits mouvements des masses $m_1, m_2, \dots, m_p$, pour lesquelles nous réserverons les indices i ou i' .

Posons

$$R_{ii'} = \sum_{i''} m_{i''} p_{ii''}, \quad R_{i'i'} = -m_{i'} p_{ii'}, \quad R_i = \sum_j m_j p_{ij}$$

et de même

$$\begin{aligned} S_{ii'} &= \sum_{i''} m_{i''} p_{ii''} \frac{a_i - a_{i'}}{b_i - b_{i'}}, & S'_{ii'} &= -m_{i'} p_{ii'} \frac{a_i - a_{i'}}{b_i - b_{i'}}, & S'_i &= \sum_j m_j p_{ij} \frac{a_i - a_j}{b_i - b_j}, \\ S''_{ii'} &= \sum_{i''} m_{i''} p_{ii''} \frac{b_i - b_{i'}}{a_i - a_{i'}}, & S''_{i'i'} &= -m_{i'} p_{ii'} \frac{b_i - b_{i'}}{a_i - a_{i'}}, & S''_i &= \sum_j m_j p_{ij} \frac{b_i - b_j}{a_i - a_j}; \end{aligned}$$

de sorte qu'on aura

$$\begin{aligned} P_{ii} &= R_{ii} + R_i, & P_{i'i'} &= R_{i'i'}, & P_{ij} &= -m_j p_{ij}, \\ Q'_{ii} &= S'_{ii} + S'_i, & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{aligned}$$

Les équations du mouvement seront toujours de la même forme, avec

$$\begin{aligned} F &= C - \frac{\omega^2}{2} \sum m_i u_i v_i + \frac{1}{2} \sum_i \left(m_i z_i \sum_{i'} z_{i'} P_{ii'} \right) \\ &+ \frac{k-1}{8} \sum_i \left(m_i u_i \sum_{i'} m_{i'} Q'_{ii'} \right) + \frac{k-1}{8} \sum_i \left(m_i v_i \sum_{i'} v_{i'} Q'_{ii'} \right) \\ &+ \frac{k+1}{8} \sum_i \left(m_i u_i \sum_{i'} v_{i'} P_{ii'} \right) + \frac{k+1}{8} \sum_i \left(m_i v_i \sum_{i'} u_{i'} P_{ii'} \right), \end{aligned}$$

où C est une constante; quant aux équations de l'équilibre, elles deviennent

$$\begin{aligned} -\omega^2 a_i + \sum_{i'} a_{i'} R_{ii'} + \sum_j (a_i - a_j) m_j p_{ij} &= 0, \\ -\omega^2 b_i + \sum_{i'} b_{i'} R_{ii'} + \sum_j (b_i - b_j) m_j p_{ij} &= 0. \end{aligned}$$

Appelons a et b les coordonnées du centre de gravité O' des

masses m_i , dans leur position d'équilibre, et posons $a_i = a + a'_i$, $b_i = b + b'_i$, de sorte que a'_i , b'_i sont des quantités infiniment petites, telles que $\sum m_i a'_i = \sum m_i b'_i = 0$.

Comme on a aussi $\sum_r R_{ir} = 0$, les équations d'équilibre deviennent

$$\begin{aligned} -\omega^2 a + \sum_j (a - a_j + a'_i) m_j p_{ij} - \omega^2 a'_i + \sum_r a'_i R_{ir} &= 0, \\ -\omega^2 b + \sum_j (b - b_j + b'_i) m_j p_{ij} - \omega^2 b'_i + \sum_r b'_i R_{ir} &= 0. \end{aligned}$$

Faisons $p_j = f[(a - a_j)(b - b_j)]^{\frac{k-1}{2}}$; en négligeant les infiniment petits, on a donc d'abord

$$\begin{aligned} -\omega^2 a + \sum_j (a - a_j) m_j p_j &= 0, \\ -\omega^2 b + \sum_j (b - b_j) m_j p_j &= 0, \end{aligned}$$

ce qui montre que O' est la position d'équilibre d'une masse unique infiniment petite, sous l'action des masses m_j , comme au numéro précédent.

Pour aller plus loin, observons que l'on a, en négligeant les infiniment petits d'ordre supérieur,

$$p_{ij} = p_j + \frac{k-1}{2} p_j \left(\frac{a'_i}{a - a_j} + \frac{b'_i}{b - b_j} \right) + \dots;$$

par suite en posant

$$R = \sum m_j p_j, \quad S' = \sum m_j p_j \frac{a - a_j}{b - b_j}, \quad S'' = \sum m_j p_j \frac{b - b_j}{a - a_j},$$

les équations d'équilibre deviennent

$$\begin{aligned} -\omega^2 a + \sum_j (a - a_j) m_j p_j \\ + \left(\frac{k+1}{2} R - \omega^2 \right) a'_i + \frac{k-1}{2} S' b'_i + \sum_r a'_i R_{ir} &= 0, \\ -\omega^2 b + \sum_j (b - b_j) m_j p_j \\ + \frac{k-1}{2} S'' a'_i + \left(\frac{k+1}{2} R - \omega^2 \right) b'_i + \sum_r b'_i R_{ir} &= 0. \end{aligned}$$

En multipliant les équations d'un même type par les m_i et ajoutant

les résultats, on voit que les quantités $-\omega^2 a + \sum_j (a - a_j) m_j p_{ij}$ et $-\omega^2 b + \sum_j (b - b_j) m_j p_{ij}$ ne diffèrent de zéro que par des infiniment petits d'ordre supérieur, de sorte que finalement, en ne gardant que les termes d'ordre minimum, les équations d'équilibre se réduisent à

$$\left(\frac{k+1}{2} R - \omega^2\right) a'_i + \frac{k-1}{2} S' b'_i + \sum_r a'_i R_{ir} = 0,$$

$$\frac{k-1}{2} S'' a'_i + \left(\frac{k+1}{2} R - \omega^2\right) b'_i + \sum_r b'_i R_{ir} = 0.$$

Pour que les hypothèses faites soient exactes, c'est-à-dire en somme pour que tous les termes de ces équations soient du même ordre infinitésimal, on voit qu'il faut que les a'_i et b'_i soient de l'ordre $\frac{1}{1-k}$ par rapport aux masses m_i , et, comme cet ordre doit être positif, on doit avoir $k < 1$, condition vérifiée en particulier pour la loi de Newton.

Si maintenant on pose $a'_i = \alpha_i \sqrt{S'}$, $b'_i = \beta_i \sqrt{S''}$, les radicaux ayant des déterminations arbitraires, on voit que les équations sont vérifiées en faisant $\alpha_i = \beta_i$. Si nous nous bornons à considérer cette solution, on a donc $\frac{b'_i}{a'_i} = \frac{\sqrt{S''}}{\sqrt{S'}}$ ou $S'' a_i'^2 - S' b_i'^2 = 0$; et nous en concluons que les masses m_i , dans leur position d'équilibre, et en première approximation, sont en ligne droite, et précisément sur l'un des deux axes situés dans le plan xOy du cône K considéré au numéro précédent et relatif aux petits mouvements d'une seule masse négligeable placée en O' , et soumise à l'action des masses m_j .

Les équations de l'équilibre sont d'ailleurs celles qui conviendraient au système formé par les seules masses m_i , la rotation étant ω' telle que

$$\omega'^2 = \omega^2 - \frac{k+1}{2} R - \frac{k-1}{2} \sqrt{S'} \sqrt{S''};$$

une condition de possibilité est évidemment que l'on ait $\omega'^2 > 0$; les équations d'équilibre pour des masses en ligne droite sont en effet impossibles à vérifier, quand on y fait $\omega^2 \leq 0$.

La recherche des mouvements infiniment petits des masses m_i se simplifie dans ces conditions; on a en effet, pour toutes valeurs de i et i' ,

$$S'_{ii'} = \frac{\sqrt{S'}}{\sqrt{S''}} R_{ii'}, \quad S''_{ii'} = \frac{\sqrt{S''}}{\sqrt{S'}} R_{ii'};$$

de plus on peut confondre R_i avec R , S'_i avec S , S''_i avec S'' , en ne gardant que les termes d'ordre minimum. Si donc on pose comme toujours

$$u_i = A_i e^{g t \sqrt{-1}}, \quad v_i = B_i e^{g t \sqrt{-1}}, \quad z_i = C_i \sin (h t + \Xi),$$

on aura les équations

$$\begin{aligned} (-h^2 + R) \dot{C}_i + \sum_{i'} C_{i'} R_{ii'} &= 0, \\ \left[\frac{k+1}{2} R - (g + \omega)^2 \right] A_i + \frac{k-1}{2} S' B_i \\ &+ \frac{k+1}{2} \sum_{i'} A_{i'} R_{ii'} + \frac{k-1}{2} \frac{\sqrt{S'}}{\sqrt{S''}} \sum_{i'} B_{i'} R_{ii'} = 0, \\ \left[\frac{k+1}{2} R - (g - \omega)^2 \right] B_i + \frac{k-1}{2} S'' A_i \\ &+ \frac{k+1}{2} \sum_{i'} A_{i'} R_{ii'} + \frac{k-1}{2} \frac{\sqrt{S''}}{\sqrt{S'}} \sum_{i'} A_{i'} R_{ii'} = 0. \end{aligned}$$

L'équation en h^2 admet évidemment la racine R , et aussi, d'après les équations de l'équilibre, la racine $\omega^2 = \frac{(k-1)}{2} (R + \sqrt{S'} \sqrt{S''})$; pour $h^2 = R$, les C_i sont tous égaux; pour une autre valeur de h^2 , on a $\sum m_i C_i = 0$, c'est-à-dire que le centre de gravité O' des masses m_i reste fixe.

Pour $h^2 = \omega^2 = \frac{k-1}{2} (R + \sqrt{S'} \sqrt{S''})$, les C_i sont proportionnels aux a'_i ou b'_i et, pour une valeur différente de h^2 , on a $\sum m_i a'_i C_i = 0$.

On a facilement, comme au n° 4, les relations

$$\begin{aligned} \left[\frac{k+1}{2} h^2 - (g + \omega)^2 \right] \sum m_i C_i A_i \\ + \frac{k-1}{2} \frac{\sqrt{S'}}{\sqrt{S''}} (h^2 - R + \sqrt{S'} \sqrt{S''}) \sum m_i C_i B_i = 0, \\ \left[\frac{k+1}{2} h^2 - (g - \omega)^2 \right] \sum m_i C_i B_i \\ + \frac{k-1}{2} \frac{\sqrt{S''}}{\sqrt{S'}} (h^2 - R + \sqrt{S'} \sqrt{S''}) \sum m_i C_i A_i = 0; \end{aligned}$$

L'équation en g^2 se décompose donc en équations de second degré correspondant aux diverses racines de l'équation en h^2 , de la forme

$$g^4 - g^2[2\omega^2 + (k+1)h^2] + \left(\omega^2 - \frac{k+1}{2}h^2\right)^2 - \left(\frac{k+1}{2}\right)^2(h^2 - R + \sqrt{S'}\sqrt{S''})^2 = 0,$$

et pour les autres valeurs de g que celles-ci, on a les relations

$$\sum m_i C_i A_i = 0, \quad \sum m_i C_i B_i = 0.$$

Les racines g qui correspondent à $h^2 = R$ sont telles que les A_i soient égaux entre eux ainsi que les B_i . Pour les autres valeurs de g , le centre de gravité O' des masses m_i reste fixe. Pour les racines g qui correspondent à $h^2 = \omega^2 - \frac{k-1}{2}(R + \sqrt{S'}\sqrt{S''})$, on a $A_i = \lambda a_i$, $B_i = \mu b_i$, λ et μ étant des constantes, faciles à déterminer.

7. Appliquons les résultats précédents à quelques cas particuliers.

Dans le problème des deux corps, on a $\omega^2 = (m_1 + m_2)p_{12}$, et les équations en h^2 et g^2 n'ont que des solutions banales.

Dans le problème des trois corps, on a généralement

$$H_1 = (m_1 + m_2)p_{12} + (m_1 + m_3)p_{13} + (m_2 + m_3)p_{23}, \\ H_2 = (m_1 + m_2 + m_3)(m_1 p_{12} p_{13} + m_2 p_{12} p_{23} + m_3 p_{13} p_{23});$$

si les corps sont en ligne droite, ω^2 est racine simple de l'équation en h^2 , et l'autre racine est $H_1 - \omega^2$ ou $\frac{H_2}{\omega^2}$, soit h'^2 ; h'^2 ne peut devenir égal à ω^2 que si l'on a $p_{12} = p_{13} = p_{23}$, ce qui est impossible dans l'hypothèse faite; la différence $h'^2 - \omega^2$ a donc toujours le même signe; il suffit de faire $m_3 = 0$ pour avoir ce signe. Or ce cas $\omega^2 = (m_1 + m_2)p_{12}$, $h'^2 = m_1 p_{13} + m_2 p_{23}$, de sorte que, les corps étant supposés rangés dans l'ordre M, M_2, M_1 , on a $h'^2 - \omega^2 > 0$ pour $k < 1$, et $h'^2 - \omega^2 < 0$ pour $k > 1$. Si donc on a $k < 0$, comme dans le cas de la loi de Newton, l'équation en g^2

$$g^4 - g^2[2\omega^2 + (k+1)h'^2] + (\omega^2 - h'^2)(\omega^2 - k h'^2) = 0$$

aura une racine positive et une seule.

Si les corps ne sont pas en ligne droite, ω^2 doit être racine double de l'équation en h^2 , ce qui donne $p_{12} = p_{13} = p_{23}$,

$$\omega^2 = p_{12}(m_1 + m_2 + m_3);$$

les trois masses sont aux sommets d'un triangle équilatéral, et par suite, en désignant par $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ les trois racines cubiques de l'unité et λ une constante, on peut faire

$$\frac{a_2 - a_3}{b_2 - b_3} = \lambda \alpha_1, \quad \frac{a_1 - a_3}{b_1 - b_3} = \lambda \alpha_2, \quad \frac{a_1 - a_2}{b_1 - b_2} = \lambda \alpha_3;$$

posant $m_1 + m_2 + m_3 = m$, et tenant compte des relations

$$\sum m_i A_i = 0, \quad \sum m_i B_i = 0,$$

on voit que les équations qui déterminent les coefficients A_i et B_i sont de la forme

$$\begin{aligned} & \left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g + \omega)^2 \right] A_1 \\ & + \frac{k-1}{2} \frac{\omega^2 \lambda}{m} [(m_2 \alpha_3 + m_3 \alpha_2) B_1 - m_2 \alpha_3 B_2 - m_3 \alpha_2 B_3] = 0, \\ & \left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g - \omega)^2 \right] B_1 \\ & + \frac{k-1}{2} \frac{\omega^2}{m \lambda} [m_2 \alpha_3^2 + m_3 \alpha_2^2] A_1 - m_2 \alpha_3^2 A_2 - m_3 \alpha_2^2 A_3 = 0; \end{aligned}$$

ce qui, en faisant

$$G = \left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g + \omega)^2 \right] \left[\frac{k+1}{2} \omega^2 - (g - \omega)^2 \right],$$

conduit à l'équation

$$G^3 - \left(\frac{k-1}{2} \frac{\omega^2}{m} \right)^2 (m^2 + q) G^2 + \left(\frac{k-1}{2} \frac{\omega^2}{m} \right)^4 m^2 q G = 0,$$

où l'on a posé

$$q = m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 - m_1 m_2 - m_1 m_3 - m_2 m_3.$$

L'équation $G = 0$ ne donne que des solutions parasites; l'équation $G - \left(\frac{k-1}{2} \omega^2 \right)^2 = 0$ nous est connue; il reste, pour les solutions proprement dites, l'équation

$$G - \left(\frac{k-1}{2} \omega \right)^2 \frac{q}{m^2} = 0,$$

ou bien

$$g^4 - (k+3)\omega^2 g^2 + \left(\frac{k-1}{2}\right)^2 \omega^4 \left(1 - \frac{q}{m^2}\right) = 0;$$

d'ailleurs

$$1 - \frac{q}{m^2} = 3 \frac{m_1 m_2 + m_1 m_3 + m_2 m_3}{(m_1 + m_2 + m_3)^2}.$$

Dans le cas de la loi de Newton, cette équation devient

$$g^4 - \omega^2 g^2 + \frac{27}{4} \omega^4 \frac{m_1 m_2 + m_1 m_3 + m_2 m_3}{(m_1 + m_2 + m_3)^2} = 0,$$

et elle admet deux racines positives sous la condition

$$(m_1 + m_2 + m_3)^2 - 27(m_1 m_2 + m_1 m_3 + m_2 m_3) > 0.$$

Si $m_3 = 0$, on retrouve l'équation et la condition connues.

Imaginons maintenant trois masses infiniment petites égales

$$m_1 = m_2 = m_3 = \mu,$$

et infiniment voisines, en présence d'une seule masse finie m_4 .

Prenons OO' pour axe des x ; on aura

$$R = S' = S'' = m_4 p_4 = \omega^2.$$

On ne peut supposer les points M_1, M_2, M_3 disposés perpendiculairement à Ox , car la valeur correspondante de ω'^2 serait 0.

Il faut donc prendre M_1, M_2, M_3 sur OO' même et la valeur correspondante de ω'^2 est alors $(1-k)\omega^2$. Si les points sont dans l'ordre $M_1 M_2 M_3$, on aura donc

$$M_1 M_2 = M_2 M_3 = \sqrt[1-k]{\frac{f\mu(1+2k)}{(1-k)\omega^2}}.$$

Les valeurs de h^2 sont

$$\omega^2, (2-k)\omega^2, \frac{1-3k+2k^2}{1-2k} \omega^2.$$

La racine $(2-k)\omega^2$ se retrouverait toujours si l'on avait un nombre quelconque de masses infiniment petites en présence d'une seule masse finie. Il lui correspond l'équation

$$g^4 - (4+k-k^2)\omega^2 g^2 - (1-k)^2 \omega^4 = 0;$$

dans le cas de la loi de Newton, c'est

$$g^4 + 2\omega^2 g^2 - 27\omega^4 = 0,$$

d'où

$$g^2 = (-1 + \sqrt{28})\omega^2.$$

Conservant les masses infiniment petites égales m_1, m_2, m_3 , supposons deux masses finies égales $m_4 = m_5 = m$. On peut d'abord choisir O' sur la droite M_4M_5 , qui sera Ox . On a

$$\omega^2 = 2mp_{45}, \quad R = S' = S'' = m(p_4 + p_5);$$

si M_1, M_2, M_3 sont sur OO' , la valeur de ω'^2 est

$$2mp_{45} - km(p_4 + p_5);$$

si M_1, M_2, M_3 sont sur une perpendiculaire à OO' , la valeur de ω'^2 est

$$2mp_{45} - m(p_4 + p_5).$$

On peut aussi prendre O' de façon que le triangle $O'M_4M_5$ soit équilatéral. Alors $\omega^2 = 2mp_{45}$, $R = 2mp_{45}$, et M_4M_5 étant toujours Ox , $S' = S'' = -mp_{45}$.

Si M_1, M_2, M_3 sont sur une parallèle à M_4M_5 , la valeur de ω'^2 est $\frac{1-k}{4}\omega^2$; si, au contraire, M_1, M_2, M_3 sont sur une perpendiculaire à M_4M_5 , la valeur de ω'^2 est $\frac{3(1-k)}{4}\omega^2$.

Dans tous les cas M_1, M_2, M_3 étant disposés dans cet ordre, on a

$$M_1M_2 = M_2M_3 = \sqrt{\frac{f_1^k(1+k')}{\omega'^2}}.$$

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE LA COMÈTE α 1905 (GIACOBINI),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens, de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Dates. T. m. Marseille. ΔR . φ . N. de c. R app. log f. p. φ app. log f. p.

(19) Fortuna.

1905.	h	m	s	m s	'	''	h	m	s	'	''	h	m	s	'	''
JUIN 15.	10.39.26	+0.44,71	-7.55,0	5.5	18.34.	2,47	1,359	n	110.59.24,8	0,881	n					
20.	10. 1.35	-4. 4,76	-7. 3,1	5.5	18.29.13,08	1,462	n	111. 0.15,6	0,877	n						
21.	9.52. 6	-1.31,55	+6. 9,2	5.5	18.28.12,19	1,473	n	111. 0.53,2	0,875	n						
23.	10.21.36	-3.35,27	+6.34,6	5.5	18.26. 8,50	1,364	n	111. 1.18,5	0,888	n						

MEMOIRES ET OBSERVATIONS.

147

Dates. T. m. Marseille. $\Delta R.$ $\Delta \varphi.$ N. dec. R app. log f. p. φ app. log f. p. ★

(19) Fortuna.

1805.	h	m	s	m	s	h	m	s		h	m	s				
IN 24.	9.42.45	-4.35,09	+ 6.50,5	5.5	18.25. 8,70	1,377 <i>n</i>	111.	1.34,3	0,887 <i>n</i>	5						
26.	9.35.44	-1. 9,26	+ 1.21,3	5.5	18.23. 4,46	1,453 <i>n</i>	111.	1.56,9	0,878 <i>n</i>	6						
28.	9.53.42	-3.15,20	+ 1.50,1	5.5	18.20.58,54	1,374 <i>n</i>	111.	2.25,7	0,887 <i>n</i>	7						
29.	9.42.58	-4.17,45	+ 2. 3,0	5.5	18.19.56,30	1,392 <i>n</i>	111.	2.38,6	0,886 <i>n</i>	8						
L. 1.	9.44. 8	-2.10,02	- 2. 4,3	5.5	18.17.51,01	1,356 <i>n</i>	111.	3. 9,4	0,889 <i>n</i>	9						
3.	9.32.28	-4.13,93	- 1.40,4	5.5	18.15.47,13	1,362 <i>n</i>	111.	3.33,3	0,888 <i>n</i>	10						
4.	9.42.38	-5.16,75	- 1.27,0	5.5	18.14.44,32	1,266 <i>n</i>	111.	3.46,7	0,895 <i>n</i>	11						
5.	9.58.40	-2.37,90	- 3.25,6	5.5	18.13.43,32	1,214 <i>n</i>	111.	4. 1,1	0,897 <i>n</i>	12						
6.	9.44.19	-3.38,44	- 3.13,2	5.5	18.12.42,79	1,257 <i>n</i>	111.	4.13,5	0,895 <i>n</i>	13						
7.	10.12.16	+3.33,50	- 0.23,4	5.5	18.11.41,08	1,071 <i>n</i>	111.	4.30,5	0,900 <i>n</i>	14						
8.	9.46.55	+2.35,28	- 0.10,4	5.5	18.10.42,87	1,198 <i>n</i>	111.	4.43,5	0,898 <i>n</i>	15						
10.	10.46.58	+0.38,53	+ 0.18,3	5.5	18. 8.46,12	2,277 <i>n</i>	111.	5.12,2	0,905 <i>n</i>	16						
11.	9.44.40	-0.18,59	+ 0.30,2	5.5	18. 7.49,01	1,126 <i>n</i>	111.	5.24,1	0,900 <i>n</i>	17						
12.	9.36.45	-1.14,57	+ 0.45,2	5.5	18. 6.53,04	1,145 <i>n</i>	111.	5.39,1	0,899 <i>n</i>	18						
13.	9.42.26	-2.10,03	+ 0.58,9	5.5	18. 5.57,58	1,075 <i>n</i>	111.	5.52,8	0,901 <i>n</i>	19						
15.	9.54.46	-3.57,89	+ 1.20,8	5.5	18. 4. 9,73	2,876 <i>n</i>	111.	6.14,7	0,904 <i>n</i>	20						

(26) Proserpine.

MAI 8.	10.51.41	-4. 9,46	-11.19,5	5.5	14.28.52,32	1,248 <i>n</i>	104.21.15,6	0,869 <i>n</i>	21
9.	9. 0.31	-1.39,69	- 3.59,9	5.5	14.28. 3,12	1,412 <i>n</i>	104.19.17,2	0,860 <i>n</i>	22
11.	9. 5. 9	-3.25,79	- 8.50,9	5.5	14.26.17,05	1,368 <i>n</i>	104.14.26,2	0,863 <i>n</i>	23
18.	9.21.30	+1. 4,15	+19.36,4	5.5	14.20.32,62	1,173 <i>n</i>	103.58.42,5	0,870 <i>n</i>	24
20.	8.55.13	-0.24,54	+15.43,1	5.5	14.19. 3,93	1,245 <i>n</i>	103.54.49,2	0,867 <i>n</i>	25
24.	9.23.13	-3.10,01	+ 8.52,6	5.5	14.16.18,47	2,950 <i>n</i>	103.47.58,7	0,872 <i>n</i>	26

(37) Fidès.

MAI 20.	10.17.49	-1.49,86	- 3. 9,5	5.5	14.43.25,23	2,837 <i>n</i>	109. 2. 0,9	0,896 <i>n</i>	27
24.	10.24.28	+3. 5,56	- 5.56,3	5.5	14.40.33,12	2,239 <i>n</i>	108.48.31,5	0,897 <i>n</i>	28
26.	10.15.45	+1.33,39	-12.35,1	5.5	14.39. 0,91	2,209 <i>n</i>	108.41.52,7	0,896 <i>n</i>	29

(46) Hestia.

JUILL. 1.	10.44.31	-1.28,93	+ 4.33,9	5.5	18.42.34,08	1,201 <i>n</i>	109. 5. 6,2	0,891 <i>n</i>	30
3.	10.17.16	-3.26,51	+ 6.42,6	5.5	18.40.36,52	1,282 <i>n</i>	109. 7.14,9	0,887 <i>n</i>	31
4.	10.42.27	-4.27,14	+ 7.51,3	5.5	18.39.35,90	1,130 <i>n</i>	109. 8.23,6	0,893 <i>n</i>	32
5.	10.33.36	-1.46,54	- 0.59,0	5.5	18.38.36,66	1,143 <i>n</i>	109. 9.39,4	0,892 <i>n</i>	33
6.	10.25.35	-2.45,44	+ 0. 9,1	5.5	18.37.37,77	1,171 <i>n</i>	109.10.47,5	0,891 <i>n</i>	34
7.	10.43. 8	-3.45,25	+ 1.20,8	5.5	18.36.37,97	1,020 <i>n</i>	109.11.59,1	0,895 <i>n</i>	35
8.	10.24.33	-4.43,09	+ 2.33,9	5.5	18.35.40,14	1,119 <i>n</i>	109.13.12,2	0,893 <i>n</i>	36

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \bar{P}$. N. dec. $\bar{R}$ app. log t. p. $\bar{P}$ app. log t. p. *

(46) Hestia.

1905.	h	m	s	m	s	h	m	s	*	*	*
JUILL. 10.	10.33.38	+0.23,45	+4.40,7	5.5	18.33.43,96	2,976 n	109.15.42,6	0,896 n	37		
11.	10.16.31	-0.33,12	+5.57,1	5.5	18.32.47,40	1,140 n	109.16.58,7	0,893 n	38		
12.	10.16.37	-1.29,94	+7.14,3	5.5	18.31.50,59	1,037 n	109.18.15,9	0,895 n	39		
13.	10. 8.19	-2.25,43	+8.28,9	5.5	18.30.55,08	1,063 n	109.19.30,5	0,895 n	40		
18.	9.44.25	-3.21,78	+5.56,7	5.5	18.26.28,32	1,062 n	109.26.21,4	0,895 n	41		
19.	9.44.30	+1.17,55	-6.21,1	5.5	18.25.37,84	1,025 n	109.27.39,0	0,896 n	42		
20.	9.34.30	+0.28,53	-4.53,4	5.5	18.24.48,82	1,065 n	109.29. 6,7	0,895 n	43		
21.	9.40.16	-0.19,85	-3.32,0	5.5	18.24. 0,44	2,981 n	109.30.28,1	0,897 n	44		
22.	9.30.31	-1. 6,18	-2. 2,8	5.5	18.23.14,12	1,023 n	109.31.57,3	0,896 n	45		
24.	9.28.27	-2.35,50	+0.46,7	5.5	18.21.44,80	2,960 n	109.34.46,8	0,897 n	46		

(47) Aglaé.

MAI 29.	10.35.29	+0.45,70	-1.27,1	5.5	16.21.49,69	1,226 n	118.51.46,4	0,920 n	47		
30.	10. 9.10	-0.11,45	-2.35,0	5.5	16.20.52,55	1,325 n	118.50.38,6	0,914 n	48		
JUIN 3.	10.21.21	-4. 2,80	-8. 3,3	5.5	16.17. 1,25	1,167 n	118.45.10,5	0,921 n	49		
6.	10.10.42	+1.44,66	+17.40,7	5.5	16.14.12,53	1,142 n	118.40.13,7	0,922 n	50		
7.	10.21.34	+0.47,94	+15.41,8	5.5	16.13.15,82	1,023 n	118.38.14,8	0,925 n	51		
8.	10.10.59	-0. 6,98	+13.59,0	5.5	16.12.20,91	1,070 n	118.36.31,9	0,924 n	52		

(53) Calypso.

MAI 11.	10.37.50	+1.28,39	-6.13,0	5.5	14.32.59,66	2,870 n	96.55.29,9	0,835 n	53		
---------	----------	----------	---------	-----	-------------	---------	------------	---------	----	--	--

(58) Concordia.

JUIN 13.	10.12. 4	-2.59,55	-0.27,6	5.5	16.43.54,66	1,103 n	104.12. 2,9	0,872 n	54		
----------	----------	----------	---------	-----	-------------	---------	-------------	---------	----	--	--

(121) Hermione.

JUILL. 22.	10.39.51	+2.45,03	-7.58,9	5.5	20.52.30,41	1,424 n	116.20. 8,5	0,897 n	55		
24.	10.37.36	+1.17,32	+1.36,1	5.5	20.51. 2,73	1,403 n	116.29.43,5	0,900 n	56		
25.	10. 0.44	+0.33,22	+6.15,1	5.5	20.50.18,64	1,490 n	116.34.22,6	0,887 n	57		
26.	10.12.43	-0.12,00	+10.57,9	5.5	20.49.33,44	1,449 n	116.39. 5,4	0,895 n	58		
27.	9.40.44	+0.29,29	+3.26,1	5.5	20.48.49,15	1,514 n	116.43.36,9	0,882 n	59		
28.	10.13.56	-0.17,92	+8. 9,9	5.5	20.48. 1,94	1,419 n	116.48.20,7	0,899 n	60		

(175) Andromaque.

JUIN 6.	10.45.42	-3.51,93	-2. 0,8	5.5	17.20.48,04	1,304 n	117. 5.35,0	0,910 n	61		
7.	10.48.30	-4.43,88	-1.56,7	5.5	17.19.56,14	1,267 n	117. 5.39,1	0,914 n	62		

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

149

Dates. T. m. Marseille. ΔA . ΔP . N. de c. R app. log f. p. P app. log f. p. ★

(216) Cléopâtre.

1905.	h	m	s	m	s	.	h	m	s	.	.	.	.
JUILL. 20.	11.12.35	-1.59,60	-10.59,2	5.5	20.48.58,20		1,110	n	85.38.35,1	0,794	n	63	
30.	9.20.59	-2.44,94	-9.14,4	5.5	20.48.12,87		1,481	n	85.40.19,7	0,758	n	64	

(345) Tercidina.

MAI 29.	9.46.28	-0.42,09	+5.26,2	5.5	16.20.2,51	1.368	n	102.4.19,4	0,873	n	65
30.	9.22.50	-1.40,07	-0.13,2	5.5	16.19.4,54	1.420	n	101.58.40,0	0,849	n	66
JUN 2.	9.28.44	-2.48,47	+1.14,2	5.5	16.16.9,90	1.361	n	101.41.54,9	0,852	n	67
3.	9.38.27	-3.46,22	-4.11,8	5.5	16.15.12,16	1.312	n	101.36.28,9	0,854	n	68
6.	9.14.27	-1.8,80	+4.28,3	5.5	16.12.23,86	1.344	n	101.20.54,4	0,851	n	69
7.	9.29.12	-2.4,51	-0.28,5	5.5	16.11.28,16	1.272	n	101.15.57,5	0,854	n	70
8.	9.34.37	-2.58,42	-5.8,0	5.5	16.10.34,25	1.228	n	101.11.18,0	0,850	n	71

(432) Éron.

JUILL. 24.	12.19.19	-1.54,47	+19.49,8	5.5	21.17.7,97	2,983	n	103.36.42,1	0,871	n	72
25.	11.15.18	-3.32,24	+17.27,2	5.5	21.15.30,21	1,309	n	103.34.19,4	0,861	n	73
26.	11.3.38	-0.24,47	+5.18,1	5.5	21.13.46,88	1,330	n	103.31.54,8	0,861	n	74
27.	10.20.20	-2.7,59	+2.52,3	5.5	21.12.3,77	1,440	n	103.29.28,9	0,853	n	75
28.	9.31.16	-3.51,26	+0.38,1	5.5	21.10.20,12	1,527	n	103.27.14,6	0,841	n	76
29.	9.44.54	-5.41,22	-1.43,3	5.5	21.8.30,17	1,498	n	103.24.53,2	0,847	n	77

(532) Herculina.

JUILL. 24.	11.15.43	-1.13,72	+15.12,1	5.5	21.25.53,43	1,388	n	115.15.24,7	0,898	n	78
25.	10.33.52	+0.8,61	-12.24,0	5.5	21.25.8,32	1,489	n	115.23.48,3	0,884	n	79
26.	11.34.28	-0.41,02	-3.24,1	5.5	21.24.18,71	1,283	n	115.32.48,1	0,908	n	80
27.	11.10.44	-1.28,33	+4.59,8	5.5	21.23.31,42	1,359	n	115.41.12,0	0,903	n	81

« a 1905 (Giacobini).

MAI 3.	9.48.2	-1.0,01	+3.26,9	5.5	8.50.35,45	1,717		43.21.32,8	0,175		82
8.	9.16.49	-3.19,31	-7.5,4	5.5	9.20.59,20	1,665		41.35.32,6	1,780		83
9.	9.28.13	+0.45,56	-4.58,6	5.5	9.27.3,65	1,685		41.20.4,7	1,852		84

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1904,0.	Réd. au j.	P moy. 1904,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	8	18.33.15,32	+2,44	111.7.30,4	-10,6	34488 Lalande.
2.	"	"	+2,52	"	-11,7	Id.
3.	8	18.29.41,20	+2,54	110.54.54,4	-10,4	14519 Ann. Vienne.

★	Gr.	R moy. 1905,0. h m s	Réd. au j. s	Q moy. 1905,0.	Réd. au j.	Autorités.
4.	8	18.29.41,20	+2,57	110.54.54,4	-10,5	14519 Ann. Vienne.
5.	»	»	+2,59	»	-10,6	Id.
6.	7	18.24.11,10	+2,62	111. 0.45,9	-10,3	14423 Ann. Vienne.
7.	»	»	+2,64	»	-10,3	Id.
8.	»	»	+2,65	»	-10,3	Id.
9.	9	18.19.58,36	+2,67	111. 5.23,8	-10,1	14355 Ann. Vienne.
10.	»	»	+2,70	»	-10,1	Id.
11.	»	»	+2,71	»	-10,1	Id.
12.	8	18.16.18,57	+2,65	111. 7.36,6	-9,9	14282 Ann. Vienne.
13.	»	»	+2,66	»	-9,9	Id.
14.	5	18. 8. 4,86	+2,72	111. 5. 3,3	-9,4	14114 Ann. Vienne.
15.	»	»	+2,73	»	-9,4	Id.
16.	»	»	+2,73	»	-9,4	Id.
17.	»	»	+2,74	»	-9,4	Id.
18.	»	»	+2,75	»	-9,4	Id.
19.	»	»	+2,75	»	-9,4	Id.
20.	»	»	+2,76	»	-9,4	Id.
21.	9	14.32.59,74	+2,04	104.32.31,2	+3,9	548 W ₁ h. XIV.
22.	7	14.29.40,79	+2,02	104.23.12,9	+4,2	10300 Munich ₁ .
23.	»	»	+2,05	»	+4,2	Id.
24.	7,8	14.19.26,43	+2,04	103.39. 1,4	+4,7	293 W ₁ h. XIV.
25.	»	»	+2,04	»	+4,7	Id.
26.	»	»	+2,05	»	+4,7	Id.
27.	8	14.45.32,89	+2,20	109. 5. 6,7	+3,7	11461 Ann. Vienne.
28.	7	14.37.25,37	+2,19	108.54.23,5	+4,3	11364 Ann. Vienne.
29.	»	»	+2,15	»	+4,3	Id.
30.	9	18.44. 0,39	+2,62	109. 0.43,8	-11,5	14748 Ann. Vienne
31.	»	»	+2,64	»	-11,5	Id.
32.	»	»	+2,65	»	-11,5	Id.
33.	9	18.40.20,53	+2,67	109.10.49,7	-11,3	14692 Ann. Vienne.
34.	»	»	+2,68	»	-11,3	Id.
35.	»	»	+2,69	»	-11,4	Id.
36.	»	»	+2,70	»	-11,4	Id.
37.	9	18.33.17,80	+2,71	109.11.13,0	-11,1	16868 Munich ₁ .
38.	»	»	+2,72	»	-11,4	Id.
39.	»	»	+2,73	»	-11,4	Id.
40.	»	»	+2,73	»	-11,4	Id.
41.	7	18.29.47,35	+2,75	109.20.35,6	-10,9	4872 Radcliffe.
42.	9	18.24.17,54	+2,75	109.34.10,7	-10,6	14427 Ann. Vienne.
43.	»	»	+2,75	»	-10,6	Id.
44.	»	»	+2,75	»	-10,6	Id.
45.	»	»	+2,76	»	-10,6	Id.
46.	»	»	+2,76	»	-10,6	Id.
47.	9	16.21. 1,42	+2,57	118.53.16,0	-2,5	12645 Ann. Vienne.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

151

Gr.	Æ moy. 1905,0.	Réd. au J.	ℙ moy. 1905,0.	Réd. au J.	Autorités.
9	^{h m s} 16.21. 1,42	^s +2,58	118.53.16,0	— 2,4	12645 Ann. Vienne.
»	»	+2,63	»	— 2,2	Id.
6	16.12.25,24	+2,63	118.22.34,2	— 1,2	12560 Ann. Vienne.
»	»	+2,64	»	— 1,2	Id.
»	»	+2,65	»	— 1,3	Id.
9	14.31.29,33	+1,94	97. 1.39,4	+ 3,5	522 W ₁ h. XIV.
8	16.46.51,81	+2,40	104.12.35,0	— 4,5	13157 Munich ₁ .
9	20.49.42,67	+2,71	116.28.25,1	—17,7	16478 Ann. Vienne.
»	»	+2,74	»	—17,7	Id.
»	»	+2,75	»	—17,6	Id.
»	»	+2,77	»	—17,6	Id.
8	20.48.17,09	+2,77	116.40.28,3	—17,5	16461 Ann. Vienne.
»	»	+2,77	»	—17,5	Id.
8	17.24.37,44	+2,53	117. 7.42,6	— 6,8	13403 Ann. Vienne.
»	»	+2,58	»	— 6,8	Id.
6	20.50.55,17	+2,63	85.49.50,8	—16,5	½(7255 B.A.C + 1232 W ₁ h. XX)
»	»	+2,64	»	—16,7	Id.
9	16.20.42,37	+2,23	101.58.55,8	— 2,6	337 W ₁ h. XVI.
»	»	+2,24	»	— 2,6	Id.
7,8	16.18.56,11	+2,26	101.40.43,4	— 2,7	301 W ₁ h. XVI.
»	»	+2,27	»	— 2,7	Id.
8	16.13.30,38	+2,28	101.16.28,7	— 2,6	197 W ₁ h. XVI.
»	»	+2,29	»	— 2,7	Id.
»	»	+2,29	»	— 2,7	Id.
6,5	21.18.59,89	+2,55	103.17. 9,8	—17,5	5773 Radcliffe.
»	»	+2,56	»	—17,6	Id.
8	21.14. 8,76	+2,59	103.26.54,3	—17,6	239 W ₁ h. XXI.
»	»	+2,60	»	—17,7	Id.
»	»	+2,62	»	—17,8	Id.
»	»	+2,63	»	—17,8	Id.
6	21.27. 4,56	+2,59	115. 0.31,4	—18,8	16865 Ann. Vienne
7,8	21.24.57,09	+2,62	115.36.31,0	—18,7	16847 Ann. Vienne.
»	»	+2,64	»	—18,8	Id.
»	»	+2,66	»	—18,8	Id.
8,6	8.51.35,24	+0,22	43.18. 7,5	— 1,6	1461 Arg. Z. + 46".
8	9.24.18,24	+0,27	41.42.40,9	— 2,9	1551 Groombridge.
8	9.26.17,83	+0,26	41.25. 6,3	— 3,0	9972 Arg. Oeltzen.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. LOUIS FABRY.

Dates.	T. m. Marseille.	ΔR	$\Delta \varphi$	N. de c.	Rapp.	log f. p.	φ app.	log f. p.	*
--------	------------------	------------	------------------	----------	-------	-----------	----------------	-----------	---

(121) *Hermione.*

Grandeur 11,0.

1905.	h	m	s	m	s	h	m	s								
AOUT 21.	9.	48.	3	-2.	28.	28	+	1.	5.	6	25.	10	20.	29.	53,79	2,964 n 118. 8.50,0 0,917 n a

(216) *Cléopâtre.*

Grandeur 9,7.

AOUT 3.	10.	10.	43	-6.	6.	85	+	0.	32.	2	20.	8	20.	44.	51,16	1,285 n 85.50. 4,5 0,746 n b
4.	9.	1.	11	-3.	6.	78	-	2.	35.	0	20.	8	20.	44.	2,98	1,466 n 85.52.56,7 0,752 n c
7.	9.	36.	49	-3.	27.	57	+	4.	5.	3	20.	8	20.	41.	30,31	1,337 n 86. 3.28,4 0,749 n d
10.	10.	15.	49	-0.	59.	73	+	3.	37.	2	20.	12	20.	38.	58,60	1,100 n 86.16. 5,9 0,748 n e

(444) *Gyptis.*

Grandeur 9,7.

AOUT 30.	9.	10.	59	-1.	59.	35	-	1.	59.	1	20.	8	23.	7.	5,46	1,521 n 85.11. 8,1 0,751 n f
SEPT. 1.	11.	7.	48	-0.	42.	72	-	1.	44.	3	25.	8	23.	5.	44,43	1,147 n 85.28.37,5 0,741 n g

(532) *Herculina.*

Grandeur 10,1.

AOUT 10.	11.	26.	6	-4.	53.	70	+	0.	29.	6	25.	10	21.	11.	29,77	2,805 n 117.31.57,1 0,917 n h
SEPT. 1.	9.	18.	46	-2.	55.	35	+	0.	53.	8	20.	8	20.	54.	21,62	1,061 n 119.29.42,8 0,919 n i

Positions des étoiles de comparaison.

*	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. au j.	φ moy. 1905,0.	Réd. au j.	Autorités.
a.	9	20.32.19,10	+2,97	118. 7.59,8	-15,4	16261 Arg. Sud.
b.	6	20.50.55,34	+2,67	85.49.49,6	-17,3	29202 Paris.
c.	9	20.47. 7,08	+2,68	85.55.49,1	-17,4	29063 Paris.
d.	8	20.44.55,18	+2,70	85.59.40,9	-17,8	28985 Paris.
e.	9	20.39.55,62	+2,71	86.12.46,9	-18,2	25836 Munich.
f.	9	23. 9. 2,00	+2,81	85.13.25,8	-18,6	33365 Paris.
g.	7	23. 6.24,32	+2,83	85.30.40,8	-19,0	33290 Paris.
h.	9	21.16.20,59	+2,88	117.31.45,7	-18,2	16760 Arg. Sud.
i.	7	20.57.14,00	+2,97	119.29. 4,5	-15,5	11173 Capr.

VARIÉTÉS.

CLAVIUS ET L'ASTROLABE ;

PAR M. JEAN MASCART.

[Suite (1)].

Tycho-Brahé, né le 13 décembre 1546. D'une des premières familles du Danemark, Tycho consacre son temps et sa fortune à l'Astronomie; il obtient la possession de l'île d'*Hulen*, y fait construire un observatoire, le meuble d'instruments, fait exécuter avec plus de soins et suivant de plus grandes dimensions tout ce que l'on avait imaginé jusqu'alors en ce genre, perfectionne la division des instruments et leurs *pinnules*, se procure de grandes *armilles* avec lesquelles il peut suivre le Soleil de l'orient à l'occident..... Le nom seul de Tycho-Brahé évoque toute l'Astronomie contemporaine, Képler et Newton; après une persécution encore assez obscure et qui allait devenir un bienfait pour la Science, Tycho dut s'expatrier et, précisément, rencontra Képler.

Mais voici qui nous intéresse tout particulièrement : la division imaginée par Nonius pour les instruments pleins rendait déjà les plus grands services. Pour les instruments à *limbe*, formés d'un cercle ou d'un quart de cercle, Tycho développe l'emploi de la *division des transversales* et l'applique pour la première fois aux grands instruments : il la tenait d'un professeur de Leipsig, nommé Homelius, sans indiquer que celui-ci en fût l'auteur, et nous savons que cette division avait été employée avant Tycho sur les instruments appelés *rayons astronomiques*, ou vulgairement *bâtons de Jacob*.

Quoi qu'il en soit, ces deux modes de divisions ingénieuses allaient préparer de nouveaux progrès à l'Astronomie.

Nicolas Raymer Ursus, né à Heustede, dans la Dithmarse, fut un homme bien singulier mais un astronome remarquable : Képler

(1) Voir *Bulletin astr.*, t. XXII, p. 86, 166, 215, 494 et t. XXIII, p. 45 et 119.

l'estimait pour son maître et le consultait ⁽¹⁾ comme tel. Ursus est tout d'abord porcher; il apprend à lire à l'âge de 18 ans, quitte son pays en 1584 pour instruire les jeunes gens en Danemark — puis sur les frontières de Poméranie et de Pologne en 1585. Il est possible qu'il ait inventé un système astronomique analogue à celui de Tycho-Brahé, mais ce fut là l'origine de nombreuses difficultés, car Ursus était d'un commerce assez difficile : il accuse un peu tout le monde d'avoir pillé les anciens; il se déclare le premier auteur du Système du monde en litige; il prétend que Tycho, par l'intermédiaire de traitres, lui a volé toutes les découvertes qu'il fit; il affirme que, lors de sa visite à Tycho, tous ses papiers lui ont été dérobés la veille de son départ et, enfin, entre dans des *histoires de domestiques* qu'il n'y a pas lieu de mentionner ici. En fait il paraît se ressentir encore des manières de son premier métier; il ne cesse de déchirer son ennemi et de l'attaquer avec la dernière violence, puis il s'emporte si brutalement contre Tycho qu'il s'expose à un procès criminel. Après avoir professé à Strasbourg en 1588 et 1589, il exerce à Prague, d'où il se retire tout doucement en 1598 pour fuir la présence de Tycho.

Cependant cette époque est critique dans l'histoire de l'Astronomie : les calculs qu'exige cette science sont pénibles et leur longueur excessive fatigue l'attention; de plus leur exactitude est médiocre, et l'on peut d'autant moins accorder confiance à la précision des résultats qu'il paraît à l'avance décourageant de recommencer les calculs pour contrôler leur justesse. Ce fait n'échappait pas aux bons esprits : et, dès 1588 dans son *Fundamentum* ⁽²⁾, Ursus propose d'ingénieux procédés pour abréger un grand

(1) On peut le voir dans une lettre de 1595, rapportée par Scheibel, année 1600.

(2) NICOLAI RAYMARII URSI, *Fundamentum Astronomicum* : id est, nova doctrina sinuum et triangulorum, etc. ejusque usus in astronomicâ calculatione et observatione. *Prostaphæreseos* apodixis, causa ac demonstratio. In-4°, Argentorati. 1588.

NICOLAI RAYMARII URSI, Dithmarsii, mathematici Cæsarei, *Tractatus astronomicus de hypothesibus astronomicis, seu systemate mundano*; item, *Astronomicarum hypothesium à se inventarum, oblatarum et editarum, contra quosdam, eas temerario ausu arrogantes, vendicatio et defensio, cum novis quibusdam subtilissimis compendiis et artificiiis in novâ doctrinâ sinuum et triangulorum*; ac denique *Problemata totius processûs astronomicæ observationis*. In-4°, Prague, 1597.

nombre de calculs, sinon tous — c'est la célèbre doctrine des *prostaphérèses*.

C'est au milieu d'astronomes aussi distingués — nous n'en avons cité que quelques-uns — de géomètres éminents ⁽¹⁾, que va nous apparaître Clavius; la grande transformation ébauchée par Copernic va s'imposer avec Galilée, mais nous verrons qu'elle est bien étrangère à notre jésuite : en fait d'actualité, il se bornera à reprendre les prostaphérèses d'Ursus, qui vont bientôt devenir inutiles lors de l'apparition des logarithmes.

La *réforme du calendrier* va constituer la partie la plus utile de l'œuvre de Clavius : œuvre non originale, il est vrai, mais de compilation et d'adaptation.

Et, en effet, la renaissance si brillante à laquelle nous venons d'assister pour les Mathématiques et l'Astronomie avait eu pour résultat remarquable une tendance manifeste d'appliquer les Mathématiques aux phénomènes naturels et aux usages de la vie : dans cette voie, la réforme du calendrier, plusieurs fois demandée déjà, paraissait sinon indispensable du moins appropriée aux exigences de la liturgie et aux besoins de la société. On sait que César, négligeant la correction d'Hipparque, avait supposé la durée de l'année de 365 jours $\frac{1}{4}$; les Pères du *Concile de Nicée* ⁽²⁾, qui donnèrent les règles pour la détermination du jour de *Pâques*, crurent que cette durée était rigoureusement exacte et que l'équinoxe resterait toujours au 21 mars, où il se trouvait sensiblement en l'an 325; en conséquence la durée de l'année julienne étant choisie trop longue de près de *onze* minutes, cette supposition donnait environ un jour d'erreur pour 130 ans — erreur que Hipparque avait fixée à un jour pour 300 ans avant la réforme julienne. Mais les Pères de l'Église n'avaient lu ni Hipparque, ni Ptolémée, sans compter qu'il n'ont pas attaché, peut-être, à leur décision, toute l'importance qu'on a voulu lui attribuer depuis : aussi leur règle pour la célébration de la Pâque ne se trouve-t-elle que dans

(1) On pourrait rapprocher de cet historique le nom de Snellius qui devait trouver la loi de la réfraction (loi des sinus) avant Fermat et Descartes, et qui s'est servi, comme Fermat, de la considération de la finalité.

(2) Aujourd'hui Isnik (Anatolie), siège de deux conciles œcuméniques; celui de 325 condamna l'arianisme; celui de 787 délibéra contre les iconoclastes.

une lettre qu'ils adressèrent à l'Église d'Alexandrie, lettre perdue et dont quelques témoignages n'ont pu que rapporter *l'esprit*. Quoi qu'il en soit, on ne tarda pas à s'apercevoir de leur erreur.

Au ix^e siècle, dans quelques églises, on corrigeait déjà l'erreur provenant de la précession des équinoxes; quatre cents ans plus tard, Roger Bacon ⁽¹⁾ adressait au Pape un plan de réforme et, deux siècles après, Pierre d'Ailly ⁽²⁾ et le cardinal de Cusa présentèrent à divers conciles des projets analogues. Sixte IV ⁽³⁾ voulut employer Regiomontanus à cette réforme, et le récompensa d'avance en le nommant à l'évêché de Ratisbonne, mais les projets du Pape s'évanouirent lorsque ce savant astronome mourut à Rome (1476) où il avait été appelé pour travailler au nouveau calendrier. Léon X ⁽⁴⁾ reprit ce dessein et ne l'exécuta pas non plus.

Cependant Gauricus ⁽⁵⁾, dans les termes les plus énergiques, déplore le *malheur* qui veut que la fête de Pâques soit souvent célébrée contre le précepte divin ⁽⁶⁾; il ne cesse de supplier le Pape de ne pas laisser davantage les chrétiens dans les liens de l'excommunication et de l'anathème, prononcé par Moïse et les conciles. En effet, Petosiris et Necepsos, qui ont pu pénétrer dans les secrets de la Divinité, nous ont transmis l'état du ciel au

(1) Roger Bacon (1214-1294), moine anglais, esprit très éclairé et savant notable; on lui attribue parfois l'invention de la poudre.

(2) Pierre d'Ailly (1350-1420), né à Compiègne; cardinal, légat d'Avignon, théologien distingué.

(3) Pape de 1471 à 1484.

(4) Léon X (Jean de Médicis), pape de 1513 à 1521; admirateur de l'antiquité, protecteur des Lettres, des Sciences et des Arts : son pontificat fut particulièrement brillant et vit naître le schisme de Luther.

(5) Gauricus, professeur de Mathématiques, puis évêque; publie des *Tables du premier mobile*, un *Calendrier ecclésiastique*, un *Livre des inventeurs de l'Astronomie*, une *Description de la sphère*, des *Commentaires de Sacro-Bosco et Peurbach*, corrige les *Tables d'Alphonse*, de *Regiomontanus*, de *Bianchini*; récolte des superstitions, fait des prédictions à ceux qui viennent lui en demander, possède d'ailleurs des connaissances assez étendues — mais c'est un charlatan.

(6) *Calendarium ecclesiasticum novum, ex sacris litteris, probatisque sanctorum Patrum synobis excerptum, juxta omnipotentis Dei mandata in veteri Testamento Mosi data. Adsunt fasti J. Cæsaris, et alia quam plurima nova, scitu digna, astronomica disciplinam profitentibus apprime utilia. Per Lucam Gauricum. Venitiis. 1552.*

moment de la création : c'est, selon eux, l'époque du solstice d'été. D'une façon analogue les Latins imaginèrent que le monde fut créé au printemps : ce qui n'est qu'une *conjecture* dans les *Géorgiques* de Virgile devient une opinion *très sûre* pour le cardinal d'Ailly que nous venons de citer; or les Hébreux, Ismaélites, Chaldéens et Arabes affirment, au contraire, que Dieu créa le monde en automne. De nombreux auteurs s'associent à cette campagne ⁽¹⁾ et, secondée de toutes parts, l'initiative de Gauricus ne va pas rester sans agir, effectivement, sur le Pape; c'est ainsi que la réforme du calendrier, fait historique assez important, ne se rapporte à rien de précis.

D'ailleurs, ce que Gauricus considérait comme urgent et indispensable ne nous paraît répondre à aucun objet utile qui concernât directement, soit les sciences, soit l'ordre public : les nations qui n'ont point encore adopté la réformation grégorienne n'en éprouvent d'autre inconvénient que celui de compter quelques jours de moins que les autres peuples de l'Europe; les astronomes s'accordaient fort bien du calendrier égyptien, qui ne donnait à chaque année que 365 jours, sans aucune fraction et sans aucune intercalation, et peu leur importait, en vérité, que le commencement de l'année fût vague et parcourût successivement le cercle entier. Quand J. César eut forcé tous les peuples soumis à son Empire d'adopter le calendrier que Sosigène ⁽²⁾ lui avait composé, les astronomes d'Alexandrie n'en conservèrent pas moins leurs Tables et leur année de 365 jours : seulement, ils avaient à faire un calcul préliminaire pour réduire une date julienne en une date qui lui correspondît dans le calendrier égyptien. Ainsi c'était pour des raisons étrangères à la Science que quelques astronomes sectaires sollicitaient un changement qui aurait dû bien plutôt les contrarier : il était pourtant réclamé de toutes parts, pour des motifs qui ont perdu aujourd'hui toute importance et, il y a plus, que nous pouvons juger étroits et mesquins en regardant l'exposition de Gauricus.

Grégoire XIII ⁽³⁾ décida la réforme : après avoir pris conseil

(1) On peut voir notamment le discours de GRÉGOIRE DE NAZIANZE sur la *Célébration de la Pâque*.

(2) Astronome d'Alexandrie.

(3) Pape de 1572 à 1585.

des Universités et des Académies, auprès des savants les plus réputés, il établit une sorte de concours ouvert entre tous les astronomes de la chrétienté pour la réforme du calendrier, et chargea une commission d'examiner les projets. Cette commission était composée de Danti, Clavius, Ciaconio, le frère de Lilio et plusieurs cardinaux : elle adopta, dans ses grandes lignes, le projet présenté par Ludovico Lilio ⁽¹⁾ et, ratifiant le rapport de la commission, le Pape ordonna que, en 1582, on passerait sans interruption du 4 au 15 octobre pour mettre d'accord le calendrier avec l'état du ciel. Étant données les conditions auxquelles on voulait faire satisfaire le jour de Pâques il y avait des difficultés notables et, en suivant les vues de Lilio, qui devait mourir avant de pouvoir jouir de son succès, la commission adopta une réforme qui, somme toute, présente un très léger avantage. Les protestants la repoussèrent longtemps, et elle n'est pas encore adoptée par l'église grecque : ce qui ne fait que créer une confusion possible, mais montre, en tous cas, qu'il faut se garder d'ériger en article de foi un fait qui peut dépendre d'une erreur, ou d'une détermination momentanément acceptée par des astronomes.

Théoriquement, le nouveau calendrier devait être indépendant de tout système astronomique, dégagé de Tables soit du Soleil, soit de la Lune, et le problème était déjà assez compliqué sans y ajouter des conditions pour le moins fort inutiles ; au reste, l'année adoptée par les réformateurs n'est guère plus précise que celle d'Hipparque, tout y est fondé sur des périodes imparfaites, idées et artifices de calcul qui remontent aux Grecs d'Alexandrie ou même plus haut encore, telles que les *épactes* et le *Nombre d'or* de Méton ⁽²⁾. Du moins il eût fallu se rappeler que, suivant l'idée de Denis le Petit, Scaliger ⁽³⁾ avait imaginé la *période julienne*, cycle

(1) Ludovico Lilio, né en Calabre vers 1510, mort en 1576 ; médecin et astronome.

(2) Le cycle luni-solaire de Méton fut établi en — 432 : les Athéniens, émerveillés, le firent graver en lettres d'or sur une place publique, d'où le nom de *nombre d'or* donné au rang des 19 années de la période.

Lors de la réforme grégorienne, le rôle du nombre d'or passe à l'*épacte*.

(3) Scaliger, né à Padoue en 1481, mort à Agen en 1558, fils d'un peintre nommé Benedetto Bordoni ; il imagine de se fabriquer une généalogie, a une jeunesse aventureuse, étudie la médecine et s'établit à Agen : il s'occupe d'une façon intéressante de la scintillation des étoiles.

de 7980 ans ⁽¹⁾, à laquelle on peut rapporter les chronologies des différents peuples connus; divers astronomes firent usage de cette période qui, avant la réformation, pouvait rendre des services comme mesure commune — mais il est vrai que, l'accepter, ou seulement la mettre en relief, eût précisément montré l'inutilité de la réforme projetée.

Puis, et cela surtout, il ne fallait pas risquer de se rencontrer avec les Juifs, qui se réglaient sur le 14^e de la Lune; on ne craignait pas moins de se trouver d'accord avec les hérétiques surnommés *Quatordecimans* parce qu'ils célébraient la Pâque le 14; on ne voulait employer que les mouvements moyens; on préférerait ne pas avoir recours aux Tables astronomiques; et, si l'on fonda le nouveau système sur la révolution synodique moyenne de la Lune et la période de 19 ans, cette période est inexacte; d'ailleurs ce procédé exigeait des *équations* et, d'autre part, on ne voulait que des nombres entiers susceptibles d'être facilement retenus. C'est assez dire que l'on fut bien obligé de se relâcher souvent de la précision à laquelle il eût été possible d'atteindre et, malgré tous les soins pris, toutes les peines données, toutes consultations entendues, les savants réunis à Rome mirent dix ans pour aboutir à un système qui n'est qu'ingénieux; un tel problème comporte des conditions arbitraires et gênantes qui compliquent inutilement la solution; mais, puisqu'il faut conserver un système adopté sans aucune raison importante, on peut du moins accorder qu'il est ingénieux, assez adroit, qu'il élude quelques difficultés en atténuant certains inconvénients.

Le principal défaut du nouveau calendrier est que l'équinoxe, qu'on a voulu fixer au 21 mars, n'y est en réalité presque jamais ⁽²⁾. En réalité, l'intercalation des Perses est beaucoup plus parfaite et ne permet pas d'aussi grandes excursions: au bout de 33 ans l'équinoxe revient dans le calendrier à la place qui lui a été assignée, mais les Perses, il est vrai, ne songeaient qu'à l'année solaire. Pour les Égyptiens, nous l'avons dit, un calcul fort simple leur permettait de rapporter une date julienne à leur chronologie;

(1) Ce nombre est le produit des trois cycles 19, 28 et 15, ce dernier appelé *cycle des indictions*, et n'est plus en usage.

(2) CASSINI, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. VIII, p. 356. — MONTUCLA, *Histoire des Mathématiques*, t. I, p. 599.

désormais il fallut composer des Tables pour les années juliennes et les intercalations y apportèrent des embarras inconnus jusqu'alors : au lieu d'intercalations simples, uniformes, allégeant l'inconvénient assez léger en soi-même d'une intercalation, la réforme grégorienne augmenta considérablement ce souci en supprimant trois intercalations en quatre siècles, pour détruire la régularité, compliquer la règle et rendre les Tables moins commodes.

(A suivre.)

AVIS IMPORTANT.

A l'occasion de l'agrandissement, effectué en vue de la Carte photographique du Ciel, le 12 février dernier, d'un cliché obtenu à l'Observatoire de Paris le 3 novembre 1905, on a constaté la présence d'une traînée produite par le déplacement d'une petite planète.

La position de cet astéroïde était au 3 novembre 1905, à $9^h 15^m$, temps moyen de Paris :

$\mathcal{R}$ $0^h 55^m 54^s,71$ Déclinaison..... $+24^\circ 42' 12'',8$

Mouvement approché en un jour :

En $\mathcal{R}$ $-55''$ En déclinaison..... $-50''$

Le mauvais temps qui a régné d'une manière si exceptionnelle sur la France, pendant tout le mois de février, a déjoué toutes les tentatives faites à Paris et en province pour retrouver cette planète.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA DÉTERMINATION DES ORBITES PAR LA MÉTHODE DE LAPLACE;

PAR H. POINCARÉ.

Introduction; choix de l'époque.

Bien que la méthode de Laplace soit tombée dans un injuste discrédit, elle me paraît présenter certains avantages dont le principal est la facilité de se servir de plus de trois observations; c'est ce qui me détermine à publier quelques réflexions qu'elle m'inspire.

J'emploierai les notations suivantes.

J'appellerai X, Y, Z les coordonnées héliocentriques de la Terre; x, y, z celles de la planète; ρ la distance Terre-Planète; ξ, η, ζ les cosinus directeurs du rayon vecteur Terre-Planète, de telle façon que les coordonnées géocentriques de la planète seront $\rho\xi, \rho\eta, \rho\zeta$ et que l'on aura

$$x = X + \rho\xi, \quad y = Y + \rho\eta, \quad z = Z + \rho\zeta.$$

J'appellerai r la distance Soleil-Planète et R la distance Soleil-Terre.

Le mouvement de la Terre étant connu, X, Y, Z, R peuvent être regardés comme connus ainsi que leurs dérivées des différents ordres. On observe ξ, η, ζ à trois époques et l'on trouve

$$\begin{array}{lll} \text{A l'époque } t_1 : \xi = \xi_1, & \eta = \eta_1, & \zeta = \zeta_1, \\ \text{A l'époque } t_2 : \xi = \xi_2, & \eta = \eta_2, & \zeta = \zeta_2, \\ \text{A l'époque } t_3 : \xi = \xi_3, & \eta = \eta_3, & \zeta = \zeta_3 \text{ (}^1\text{).} \end{array}$$

Des trois valeurs de ξ , on déduit par interpolation la valeur de ξ et celles de ses deux premières dérivées ξ' et ξ'' à une certaine époque t ; et l'on fait de même pour η et pour ζ .

(¹) Plus généralement nous affecterons de l'indice 1, 2 ou 3 les valeurs des diverses quantités aux époques t_1, t_2 ou t_3 ; ainsi X_1 ou ρ_1 représentera la valeur de X ou de ρ pour $t = t_1$.

Les formules d'interpolation nous donnent

$$(1) \xi = \xi_1 \frac{(t-t_2)(t-t_3)}{(t_1-t_2)(t_1-t_3)} + \xi_2 \frac{(t-t_1)(t-t_3)}{(t_2-t_1)(t_2-t_3)} + \xi_3 \frac{(t-t_1)(t-t_2)}{(t_3-t_1)(t_3-t_2)}.$$

On voit que ξ se présente sous la forme d'un polynome du second degré en t , de sorte que ξ' se réduira à un polynome du premier degré, et ξ'' à une constante.

Quelle est l'erreur commise par l'emploi des formules (1)? La partie la plus importante est évidemment celle qui provient des termes du troisième ordre en t qui sont les premiers termes négligés.

La formule (1) nous donne l'unique polynome du second degré qui prend les valeurs ξ_1, ξ_2, ξ_3 pour $t = t_1, t = t_2, t = t_3$. Si nous voulions satisfaire à ces mêmes conditions par un polynome du troisième degré, il faudrait ajouter à la formule (1) un polynome du troisième degré, s'annulant pour $t = t_1, t = t_2, t = t_3$; ce polynome serait évidemment de la forme

$$\frac{\xi'''}{6} \Pi$$

en désignant par ξ''' la dérivée troisième de ξ et en posant

$$\Pi = (t-t_1)(t-t_2)(t-t_3).$$

Ainsi l'erreur commise sur ξ sera sensiblement $\frac{\xi'''}{6} \Pi$, l'erreur commise sur ξ' sera sensiblement $\frac{\xi'''}{6} \Pi'$ et l'erreur commise sur ξ'' sera sensiblement $\frac{\xi'''}{6} \Pi''$.

Les époques des observations sont très voisines et l'époque t doit être choisie voisine des observations; donc t, t_1, t_2, t_3 sont très petites. Or Π est homogène du troisième ordre, Π' et Π'' homogènes du deuxième et du premier ordre par rapport à ces quatre quantités.

Donc l'erreur sur ξ est du troisième ordre, l'erreur sur ξ' du deuxième ordre, l'erreur sur ξ'' du premier ordre.

Quel est le meilleur choix à faire pour l'époque t ? On prend ordinairement l'époque de l'observation moyenne, de sorte que l'erreur commise sur ξ est nulle.

Mais il vaudrait mieux choisir t de telle façon que $\Pi'' = 0$, c'est-

à-dire prendre la moyenne arithmétique des époques des trois observations

$$t = \frac{1}{3} (t_1 + t_2 + t_3).$$

Il vaut mieux sacrifier l'erreur sur ξ qui est du troisième ordre à l'erreur sur ξ'' qui est du premier ordre. Les deux avantages sont réunis quand les observations sont équidistantes, mais on n'observe pas quand on veut, on observe quand on peut.

Nous supposons donc toujours que t a été choisi pour que Π'' soit nul. Dans ces conditions l'erreur sur ξ'' s'abaisse au deuxième ordre; si nous voulons l'évaluer, il faut tenir compte des termes du quatrième degré en t ; si nous voulons satisfaire aux observations par un polynôme du quatrième degré, il faut ajouter à la formule (1) un polynôme

$$\left(\frac{\xi^{iv}}{24} t + \alpha \right) \Pi,$$

où ξ^{iv} est la dérivée quatrième de ξ , et α une constante. L'erreur commise sur ξ'' est la dérivée seconde de cette expression, c'est-à-dire (puisque Π'' est nul)

$$\frac{\xi^{iv}}{12} \Pi'.$$

Ainsi donc, si nous appelons $\delta\xi$, $\delta\xi'$, $\delta\xi''$ les corrections à apporter à ξ , ξ' , ξ'' , nous aurons (*en négligeant les termes du troisième ordre*)

$$(2) \quad \delta\xi = 0, \quad \delta\xi' = \frac{\xi'''}{6} \Pi', \quad \delta\xi'' = \frac{\xi^{iv}}{12} \Pi'.$$

I. — PREMIÈRE APPROXIMATION.

En égalant les deux valeurs de l'accélération, on obtient les équations

$$(3) \quad \begin{cases} \rho''\xi + 2\rho'\xi' + \rho\xi'' = \frac{X}{R^3} - \frac{x}{r^3}, \\ \rho''\eta + 2\rho'\eta' + \rho\eta'' = \frac{Y}{R^3} - \frac{y}{r^3}, \\ \rho''\zeta + 2\rho'\zeta' + \rho\zeta'' = \frac{Z}{R^3} - \frac{z}{r^3}. \end{cases}$$

Comme il ne s'agit encore ici que d'un développement analytique et que nous ne nous proposons pas pour le moment de mettre les formules sous une forme immédiatement accessible au calcul, nous avons supposé que les unités aient été choisies de façon que la constante de Gauss soit égale à 1.

Ajoutons les équations (3) après les avoir multipliées par les mineurs de la matrice

$$\begin{vmatrix} \xi & \xi' \\ \eta & \eta' \\ \zeta & \zeta' \end{vmatrix},$$

il viendra

$$(4) \quad \rho |\xi \xi' \xi''| = |\xi \xi' X| \left(\frac{1}{R^3} - \frac{1}{r^3} \right).$$

Je n'écris que la première ligne de chaque déterminant; j'écris par exemple

$$|\xi \xi' \xi''|$$

au lieu de

$$\begin{vmatrix} \xi & \xi' & \xi'' \\ \eta & \eta' & \eta'' \\ \zeta & \zeta' & \zeta'' \end{vmatrix}.$$

L'équation (4) peut être jointe à l'équation

$$(5) \quad r^2 = \rho^2 - 2R\rho \cos T + R^2,$$

où T est l'angle sous lequel on voit de la Terre la distance du Soleil à la planète, de sorte que

$$R \cos T = X\xi + Y\eta + Z\zeta.$$

Je n'ai pas à rappeler ici comment les deux équations (4) et (5) permettent de déterminer ρ et r ; comment on peut les ramener soit à la forme d'une équation unique du septième degré en ρ , soit à la forme

$$M \sin^4 \omega = \sin(\omega + \omega').$$

Il est aisé de voir quelle est l'interprétation géométrique de l'équation (4); il suffit de choisir des axes particuliers, de prendre pour axe des x le rayon vecteur Terre-planète et faire passer le plan des xy par la vitesse relative de la planète par rapport à la Terre.

Dans ces conditions, on a

$$\begin{aligned}\xi &= 1, & \eta &= 0, & \zeta &= 0, \\ \xi' &= 0, & \eta' &= \nu, & \zeta' &= 0, \\ \xi'' &= -\nu^2, & \eta'' &= \frac{d\nu}{dt}, & \zeta'' &= \nu^2 \tan \alpha,\end{aligned}$$

où ν désigne la vitesse du point ξ, η, ζ sur la sphère céleste; tandis que α représente l'angle du rayon vecteur avec le plan osculateur à la trajectoire de ce point ξ, η, ζ , de telle façon que le rayon de courbure de cette trajectoire est égal à $\cos \alpha$.

Si nous appelons de plus φ l'angle du plan PTS avec le plan des xy , l'équation (4) pourra s'écrire

$$\rho \nu^2 \tan \alpha = R \sin T \cos \varphi \left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3} \right).$$

Reprenons maintenant les équations (3) et ajoutons-les après les avoir multipliées par les mineurs de la matrice

$$\begin{vmatrix} X & \xi \\ Y & \eta \\ Z & \zeta \end{vmatrix},$$

il viendra

$$(6) \quad 2\rho' |\xi \xi' X| + \rho |\xi \xi'' X| = 0.$$

Avec les axes particuliers que nous supposons tout à l'heure, elle s'écrirait

$$2\rho' \nu + \rho \left(\frac{d\nu}{dt} - \nu^2 \tan \alpha \tan \varphi \right) = 0.$$

Ajoutons enfin les équations (3) après les avoir multipliées par ξ, η, ζ , il viendra

$$\rho'' + \rho \Sigma \xi \xi'' = \frac{\rho^2}{r^3} + \Sigma \xi X \left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3} \right).$$

Rappelons en effet que, ξ, η, ζ étant des cosinus directeurs, le point ξ, η, ζ décrit une courbe sphérique, de sorte que l'on a

$$(7) \quad \Sigma \xi^2 = 1, \quad \Sigma \xi \xi' = 0, \quad \Sigma \xi'^2 + \Sigma \xi \xi'' = 0.$$

Calcul des éléments.

Ayant ainsi calculé, en première approximation, ρ, ρ' et ρ'' , il

est aisé d'en déduire les valeurs des éléments; nous avons d'abord

$$x = X + \rho \xi,$$

ce qui montre que les coordonnées héliocentriques sont des polynomes du premier degré en ρ .

Quant aux vitesses, on a

$$x' = X' + \rho \xi' + \rho' \xi,$$

X' , ξ' et ξ sont connus. Donc x' est un polynome du premier degré en ρ et ρ' , et, comme le rapport de ρ' à ρ est connu par l'équation (6), c'est un polynome du premier degré en ρ .

Le carré de la vitesse $x'^2 + y'^2 + z'^2$ est évidemment égal à

$$\Sigma X'^2 + 2\rho \Sigma X' \xi' + 2\rho' \Sigma X' \xi + \rho^2 \Sigma \xi'^2 + \rho'^2;$$

c'est donc un polynome du deuxième degré en ρ .

Les équations (4) et (5) nous donnent $\frac{1}{r^3}$ et r^2 sous la forme de deux polynomes du premier et du deuxième degré en ρ ; donc $\frac{1}{r}$ est un polynome du troisième degré.

L'équation des forces vives

$$(8) \quad \frac{1}{2a} = \frac{1}{r} - \frac{1}{2} \Sigma x'^2$$

montre alors que $\frac{1}{a}$ (a étant le grand axe) est un polynome du troisième degré en ρ .

Les constantes des aires qui déterminent le plan de l'orbite et le paramètre

$$(9) \quad c = yz' - zy', \quad c' = zx' - xz', \quad c'' = xy' - yx'$$

apparaissent comme des polynomes du deuxième degré en ρ .

Pour avoir la longitude du périhélie, on partira des trois constantes

$$(10) \quad \begin{cases} f = -\frac{x}{r} + y'c'' - z'c', \\ f' = -\frac{y}{r} + z'c - x'c'', \\ f'' = -\frac{z}{r} + x'c' - y'c, \end{cases}$$

qui se présentent sous la forme de polynomes du quatrième degré

en ρ . Le vecteur dont les composantes sont f, f', f'' a même direction que le grand axe de l'orbite et est proportionnel à l'excentricité.

En résumé, toutes nos constantes sont des polynomes entiers en ρ dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de $\xi, \xi', \xi'', \eta, \eta', \eta'', \zeta, \zeta', \zeta''$.

Calcul de $r', x'', x''', \dots$

Comme r^2 est un polynome du deuxième degré en ρ ,

$$r^2 = \rho^2 + 2\rho \Sigma X\xi + \Sigma X^2,$$

il vient

$$rr' = \rho\rho' + \rho(\Sigma X'\xi + \Sigma X\xi') + \rho' \Sigma X\xi + \Sigma XX',$$

ce qui montre que rr' est un polynome du deuxième degré en ρ ,

et, par conséquent, que $r' = \frac{1}{r}(rr')$ est un polynome du cinquième degré et que $\frac{r'}{r^2} = \frac{1}{r^3}(rr')$ est un polynome du troisième degré.

D'autre part,

$$x'' = \frac{-x}{r^3}, \quad y'' = \frac{-y}{r^3}, \quad z'' = \frac{-z}{r^3}$$

sont des polynomes du deuxième degré et

$$(11) \quad x''' = \frac{-x'}{r^3} + \frac{3xr'}{r^4}$$

sera aussi un polynome entier en ρ dont le degré s'élèverait à 9, mais pourrait être abaissé à 6 en se servant de l'équation du septième degré, à laquelle satisfait ρ . Mais il est plus simple d'écrire simplement

$$(11 \text{ bis}) \quad x''' = \frac{-x'}{r^3} + 3xrr' \frac{1}{r^5}$$

et de remarquer que $\frac{x'}{r^3}$ et xrr' sont des polynomes du deuxième et du troisième ordre.

On a ensuite

$$(12) \quad x^{iv} = \frac{-x''}{r^3} + \frac{6x'r'}{r^4} + \frac{3x}{r^5} \frac{d(rr')}{dt} + 12 \frac{xr'^2}{r^4}.$$

Nous voyons que x^{iv} se présente également sous la forme d'un polynome entier en ρ ; en effet, il en est ainsi de

$$\frac{x''}{r^3} = \frac{x}{r^6}, \quad x', \quad \frac{r'}{r^4}, \quad \frac{x}{r^5}, \quad x, \quad \frac{r'}{r^2}, \quad \left(\frac{r'}{r^2}\right)^2$$

et il reste à montrer qu'il en est de même de $\frac{d(rr')}{dt}$; or, on trouve

$$\frac{drr'}{dt} = \frac{d}{dt} \Sigma x x' = \Sigma x x'' + \Sigma x'^2 = \frac{\Sigma x^2}{r^3} + \Sigma'^2 = \frac{1}{r} + \Sigma x'^2 = \frac{1}{2a} + \frac{3}{2} \Sigma x'^2,$$

on voit que $\frac{drr'}{dt}$ est un polynome du troisième degré en ρ .

Calcul de ξ''' et ξ^{iv} .

En différenciant les équations (7) et (3), on trouve

$$(13) \quad \Sigma \xi \xi''' = -3 \Sigma \xi' \xi''$$

et

$$(14) \quad \begin{cases} \rho'' \xi + 3 \rho'' \xi' + 3 \rho' \xi'' + \rho \xi''' = x''' - X''', \\ \rho'' \eta + 3 \rho'' \eta' + 3 \rho' \eta'' + \rho \eta''' = y''' - Y''', \\ \rho'' \zeta + 3 \rho'' \zeta' + 3 \rho' \zeta'' + \rho \zeta''' = z''' - Z'''. \end{cases}$$

Les seconds membres sont connus, grâce à l'équation (11); ce sont des polynomes entiers en ρ . Si nous multiplions les équations (14) par ξ , η , ζ et que nous ajoutons, il vient, en tenant compte de (13),

$$(15) \quad \rho''' = -3 \rho' \Sigma \xi \xi'' + 3 \rho \Sigma \xi' \xi'' + \Sigma \xi x''' - \Sigma \xi X'''.$$

Remarquons qu'en vertu des équations (11), l'expression $\Sigma \xi x'''$ qui figure dans le deuxième membre de (15) peut s'écrire

$$\Sigma \xi x''' = \frac{1}{r^3} \Sigma \xi x' - \frac{3r'}{r^4} \Sigma \xi x = \frac{1}{r^3} \Sigma \xi X' - \frac{3r'}{r^4} \Sigma \xi X + \frac{\rho'}{r^3} - \frac{3r'\rho}{r^4},$$

de sorte que $r^2 \Sigma \xi x'''$ et, par conséquent, $r^2 \rho'''$ se présente sous la forme d'un polynome du quatrième degré en ρ .

Une fois ρ''' déterminé, les équations (14) donneront ξ''' , η''' , ζ''' sous la forme de polynomes entiers en ρ .

Différentions une fois encore les équations (13) et (14), il

viendra

$$(16) \quad \Sigma \xi \xi'' = -4 \Sigma \xi' \xi''' - 4 \Sigma \xi''^2$$

et

$$(17) \quad \begin{cases} \rho'' \xi + 4 \rho''' \xi' + 6 \rho'' \xi'' + 4 \rho' \xi''' + \rho \xi'''' = x'' - X'', \\ \rho'' \eta + 4 \rho''' \eta' + 6 \rho'' \eta'' + 4 \rho' \eta''' + \rho \eta'''' = y'' - Y'', \\ \rho'' \zeta + 4 \rho''' \zeta' + 6 \rho'' \zeta'' + 4 \rho' \zeta''' + \rho \zeta'''' = z'' - Z''. \end{cases}$$

Les seconds membres sont connus en vertu de l'équation (12); on conçoit donc que l'on puisse tirer ρ'' , ξ'' , η'' , ζ'' des équations (16) et (17) en les traitant comme les équations (13) et (14); les inconnues se présenteront sous la forme de fonctions rationnelles de

$$\rho; \quad \xi, \eta, \zeta; \quad \xi', \eta', \zeta'; \quad \xi'', \eta'', \zeta''$$

et ces fonctions rationnelles pourront toujours se ramener à des polynomes du sixième degré au plus en ρ dont les coefficients seront rationnels en

$$\xi, \eta, \zeta; \quad \xi', \eta', \zeta'; \quad \xi'', \eta'', \zeta''.$$

II. — DEUXIÈME APPROXIMATION.

Les valeurs de ξ , ξ' , ξ'' , ... ne sont qu'approximatives et les équations (2) nous font connaître les erreurs commises sur ces trois quantités; toutes les formules précédentes nous donnent

$$\rho, \rho', \rho'', r, \dots$$

et les éléments de l'orbite en fonctions de ξ , ξ' , ξ'' , ... Ces formules sont rigoureuses; mais, comme les valeurs de ξ , ξ' , ξ'' , ... qu'on y substitue, ne sont qu'approchées, les valeurs que l'on trouvera pour ρ , ρ' , ... ne seront plus qu'approchées; il s'agit maintenant d'en calculer de meilleures valeurs.

Dans ce qui va suivre, nous continuerons à désigner par les notations

$$\begin{aligned} &\xi, \quad \xi', \quad \xi'', \quad \eta, \quad \dots, \\ &\rho, \quad \rho', \quad \rho'', \quad r, \quad x, \quad \dots, \\ &\frac{1}{a}, \quad c, \quad c', \quad c'', \quad \dots, \end{aligned}$$

non pas les valeurs exactes de ces diverses quantités, mais les

valeurs approchées telles que nous venons de les calculer. Les valeurs exactes seront désignées par

$$\begin{aligned} \xi + \delta\xi, & \quad \xi' + \delta\xi', & \dots, \\ \rho + \delta\rho, & \quad \rho' + \delta\rho', & \dots, \\ \frac{1}{a} + \delta\frac{1}{a}, & \quad c + \delta c, & \dots \end{aligned}$$

Observons que les équations (7) ne seront plus exactement satisfaites; on aura rigoureusement par exemple

$$\Sigma(\xi + \delta\xi)^2 = 1$$

et $\Sigma\xi^2$ ne sera qu'approximativement égal à 1. Mais cette circonstance ne peut nous gêner.

En effet, les formules (4), (5), (6), (8), (9), (10) sont rigoureuses, en ce sens qu'elles expriment aussi bien la relation entre les valeurs exactes de ρ , ξ , ... qu'entre les valeurs approchées de ces mêmes quantités. Si donc nous avons, par exemple,

$$\rho = \varphi(\xi, \xi', \dots),$$

nous en déduirons

$$\delta\rho = \frac{d\varphi}{d\xi} \delta\xi + \frac{d\varphi}{d\xi'} \delta\xi' + \dots$$

Les valeurs de $\delta\xi$, $\delta\xi'$, $\delta\xi''$ nous sont données par les formules (2); pour calculer $\delta\rho$, δr , $\delta\rho'$ il faut calculer les corrections des trois déterminants

$$|\xi\xi'\xi''|, \quad |\xi\xi'X|, \quad |\xi\xi''X|$$

qui figurent dans les équations (4) et (6); on trouve sans peine

$$\delta|\xi\xi'\xi''| = \frac{\Pi'}{6} |\xi\xi''\xi''| + \frac{\Pi'}{12} |\xi\xi'\xi''|,$$

$$\delta|\xi\xi'X| = \frac{\Pi'}{6} |\xi\xi''X|, \quad \delta|\xi\xi''X| = \frac{\Pi'}{12} |\xi\xi''X|.$$

Nous sommes donc conduits à calculer les quatre déterminants

$$|\xi\xi''\xi''|, \quad |\xi\xi'\xi''|, \quad |\xi\xi''X|, \quad |\xi\xi''X|.$$

Nous nous servirons pour cela des équations (14) et (17).

Ajoutons les équations (14) après les avoir multipliées par les mineurs de la matrice

$$\begin{vmatrix} \xi & \xi'' \\ \eta & \eta'' \\ \zeta & \zeta'' \end{vmatrix}.$$

il viendra

$$(18) \quad 3\rho''|\xi\xi'\xi''| + \rho|\xi\xi''\xi'''| = |\xi x''\xi''| - |\xi X''\xi''|.$$

Il faut donc calculer les deux déterminants

$$|\xi\xi'x''| \quad \text{et} \quad |\xi\xi'X''|$$

qui figurent dans le deuxième membre de (18). Or l'équation (11) nous donne

$$\frac{1}{r^3}|\xi\xi'x'| - \frac{3r'}{r^3}|\xi\xi'x| = |\xi\xi'x''|$$

et l'on a

$$|\xi\xi'x| = |\xi\xi'X|,$$

$$|\xi\xi'x'| = |\xi\xi'X' + \rho'\xi + \rho\xi'| = |\xi\xi'X'| + \rho|\xi\xi'\xi'|$$

et de même

$$|\xi\xi'X''| = \frac{1}{R^3}|\xi\xi'X'| + \frac{\rho}{R^3}|\xi\xi'\xi'| - \frac{3R'}{R^3}|\xi\xi'X|.$$

On trouve donc finalement

$$(19) \quad \begin{cases} \rho|\xi\xi''\xi'''| = |\xi\xi'X'| \left(\frac{1}{R^3} - \frac{1}{r^3} \right) + |\xi\xi'\xi'''| \left(\frac{\rho}{r^3} - \frac{\rho}{R^3} - 3\rho' \right) \\ \quad + 3|\xi\xi'X| \left(\frac{r'}{r^3} - \frac{R'}{R^3} \right). \end{cases}$$

Calculons maintenant $|\xi\xi'\xi^{iv}|$ et pour cela ajoutons les équations (17) après les avoir multipliées par les mineurs de la matrice

$$\begin{vmatrix} \xi & \xi' \\ \eta & \eta' \\ \zeta & \zeta' \end{vmatrix}.$$

il viendra

$$(20) \quad 6\rho''|\xi\xi'\xi''| + 4\rho'|\xi\xi'\xi'''| + \rho|\xi\xi'\xi^{iv}| = |\xi\xi'x^{iv}| - |\xi\xi'X^{iv}|.$$

Nous avons à calculer

$$|\xi\xi'\xi''|, \quad |\xi\xi'x^{iv}|, \quad |\xi\xi'X^{iv}|,$$

nous trouvons, en vertu de (12),

$$|\xi\xi'x^{iv}| = \left(\frac{1}{r^6} - \frac{3}{r^3} \frac{dr r'}{dt} + \frac{12 r'^2}{r^4} \right) |\xi\xi'x| - \frac{6 r'}{r^4} |\xi\xi'x'|.$$

Pour avoir $|\xi\xi'X^{iv}|$ il suffit de remplacer dans cette formule r

par R et par X ; si nous nous rappelons d'ailleurs que

$$\begin{aligned} |\xi\xi'x| &= |\xi\xi'X|, \\ |\xi\xi'x'| &= |\xi\xi'X'|, \end{aligned}$$

nous voyons que le second membre de (20) se réduit à

$$\begin{aligned} &\left(\frac{1}{r^6} - \frac{3}{r^5} \frac{dr r'}{dt} + \frac{12 r'^2}{r^4} - \frac{1}{R^6} + \frac{3}{R^5} \frac{dR R'}{dt} + \frac{12 R'^2}{R^4}\right) |\xi\xi'X| \\ &- 6 \left(\frac{r'}{r^3} - \frac{R'}{R^3}\right) |\xi\xi'X'|, \end{aligned}$$

ce que j'écrirai pour abréger

$$M |\xi\xi'X| + N |\xi\xi'X'|.$$

Pour avoir $|\xi\xi'\xi''|$ il faut revenir aux équations (14) et les ajouter après les avoir multipliées par les mineurs de la matrice

$$\begin{vmatrix} \xi & \xi' \\ r & r' \\ \zeta & \zeta' \end{vmatrix};$$

on trouve ainsi

$$3\rho' |\xi\xi'\xi''| + \rho |\xi\xi'\xi''| = |\xi\xi'x''| - |\xi\xi'X''|,$$

et en raisonnant comme plus haut

$$|\xi\xi'x''| - |\xi\xi'X''| = |\xi\xi'X'| \left(\frac{1}{R^3} - \frac{1}{r^3}\right) + 3 |\xi\xi'X| \left(\frac{r'}{r^3} - \frac{R'}{R^3}\right).$$

Tous les termes de l'équation (20) sont ainsi connus.

Passons au calcul de

$$|\xi\xi''X|;$$

pour cela il faut ajouter les équations (14) après les avoir multipliées par les mineurs de la matrice $|\xi X|$, ce qui donne évidemment

$$(21) \quad 3\rho'' |\xi\xi'X| + 3\rho' |\xi\xi''X| + \rho |\xi\xi''X| = |\xi x''X| - \xi X''X|,$$

et l'on trouve d'ailleurs aisément

$$|\xi x''X| = \frac{\rho}{r^3} |\xi\xi'X| + \frac{1}{r^3} |\xi X'X|,$$

$$|\xi X''X| = \frac{1}{R^3} |\xi X'X|.$$

Ainsi tous les termes de (21) se trouvent connus.

Il reste à calculer

$$|\xi\xi''X|,$$

en ajoutant les équations (17) après les avoir multipliées par les mineurs de la matrice $|\xi X|$. On trouve ainsi

$$(22) \quad 4\rho''|\xi\xi'X| + 6\rho''|\xi\xi''X| + 4\rho'|\xi\xi'''X| + \rho|\xi\xi^{iv}X| = |\xi x^{iv}X| - |\xi X^{iv}X|.$$

En raisonnant comme plus haut, on voit que le second membre se réduit à

$$6\left(\frac{R'}{R^3} - \frac{r'}{r^3}\right)|\xi X'X| + 6\rho\left(\frac{R'}{R^3} - \frac{r'}{r^3}\right)|\xi\xi'X|.$$

D'autre part ρ''' est donné par l'équation (15).

Le calcul de

$$\delta|\xi\xi'\xi''|, \quad \delta|\xi\xi'X|, \quad \delta|\xi\xi''X|$$

est donc terminé et l'on voit que dans ce calcul ne s'introduisent que les déterminants contenus dans la matrice

$$(23) \quad |\xi\xi'\xi''X'X|$$

Calcul de $\delta\rho$, δr , $\delta\rho'$.

La différentiation des équations (4) et (5) nous fournira $\delta\rho$ et δr , la première donnera

$$(24) \quad \delta\rho|\xi\xi'\xi''| + \frac{3\delta r}{r^3}|\xi\xi'X| = -\rho\delta|\xi\xi'\xi''| + \left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3}\right)\delta|\xi\xi'X|,$$

et la seconde

$$r\delta r = \delta\rho(\rho - R \cos T),$$

de sorte que le premier membre de (24) peut être remplacé par

$$\delta\rho\left(|\xi\xi'\xi''| + \frac{3 \cos P}{r^3}|\xi\xi'X|\right),$$

où P est l'angle sous lequel on voit de la planète la distance Terre-Soleil; on a eu l'occasion de calculer cet angle en résolvant l'équation fondamentale.

On obtient $\delta\rho'$ en différentiant l'équation (6), ce qui donne

$$2\delta\rho'|\xi\xi'X| + \delta\rho|\xi\xi''X| = -2\rho'\delta|\xi\xi'X| - \rho\delta|\xi\xi''X|.$$

Ainsi $\delta\rho$, $\delta\eta$ et $\delta\rho'$ s'expriment rationnellement en fonctions de

$$\rho, \xi, \eta, \zeta, \xi', \eta', \zeta', \xi'', \eta'', \zeta'',$$

et dans les coefficients des diverses puissances de ρ figurent principalement les déterminants de la matrice (23).

Correction des éléments.

Comme les éléments dépendent de x, y, z, x', y', z' , il faut, pour avoir les corrections des éléments, calculer d'abord les corrections

$$\delta x, \delta y, \delta z, \delta x', \delta y', \delta z'.$$

Or on trouve

$$x = X + \rho\xi; \quad x' = X' + \rho\xi' + \rho'\xi;$$

d'où

$$\delta x = \xi \delta\rho; \quad \delta x' = \xi' \delta\rho + \xi \delta\rho' + \rho \delta\xi'.$$

On a d'ailleurs

$$\rho \delta\xi' = \frac{\Pi'}{6} \rho\xi'',$$

et $\rho\xi'''$ nous est donné par l'équation (14).

Ayant les corrections $\delta x, \delta x', \dots$, il est aisé de calculer les corrections des éléments. On voit que ces corrections

$$\delta \frac{1}{a}, \delta c, \delta f, \dots$$

se présentent sous la forme de fonctions rationnelles de

$$\rho, \xi, \eta, \zeta, \xi', \eta', \zeta', \xi'', \eta'', \zeta''.$$

Correction de l'aberration.

Je n'ai pas à parler ici des corrections dues à la parallaxe que l'on peut faire porter au début du calcul sur les coordonnées X, Y, Z ; mais il convient de dire quelques mots des corrections dues à l'aberration.

En vertu de ce phénomène, ce n'est pas, comme nous l'avons

supposé jusqu'ici, aux époques

$$t_1, t_2, t_3$$

que x a réellement pris les valeurs x_1, x_2, x_3 , mais aux époques

$$t_1 - \alpha\rho_1, t_2 - \alpha\rho_2, t_3 - \alpha\rho_3,$$

α étant une constante très petite et connue.

Reprenons notre équation fondamentale

$$x = X + \rho\xi,$$

et voyons quelle en est la véritable signification; X, Y, Z sont les coordonnées de la Terre à l'instant t ; x, y, z sont les coordonnées héliocentriques de la planète à l'instant $t - \alpha\rho$; ρ est la distance des deux points X, Y, Z et x, y, z ; enfin ξ, η, ζ sont les cosinus directeurs observés à l'instant t et corrigés de l'aberration des fixes.

Nous aurons donc

$$x = f(t - \alpha\rho),$$

en représentant par $f(t)$ l'abscisse de la planète au temps t ; nous déduirons de là

$$x' = (1 - \alpha\rho')f'(t - \alpha\rho)$$

$$x'' = (1 - \alpha\rho')^2 f''(t - \alpha\rho) - \alpha\rho'' f'(t - \alpha\rho),$$

ou en négligeant le carré de l'aberration

$$x'' = f''(t - \alpha\rho) - 2\alpha\rho' f''(t - \alpha\rho) - \alpha\rho''(X' + \rho\xi' + \rho'\xi),$$

et si j'observe que

$$X' = \frac{X}{R^3}, \quad f''(t - \alpha\rho) = \frac{f(t - \alpha\rho)}{r^3} = \frac{x}{r^3},$$

les équations (3) doivent être remplacées par

$$(3 \text{ bis}) \quad \rho''\xi + 2\rho'\xi' + \rho\xi'' = \frac{x}{r^3} - \frac{X}{r^3} - 2\alpha\rho' \frac{x}{r^3} - \alpha\rho''(X' + \rho\xi' + \rho'\xi),$$

avec deux autres équations qu'on en déduit par symétrie.

Si nous ajoutons ces équations après les avoir multipliées par les mineurs de

$$\begin{vmatrix} \xi & \xi' \\ \eta & \eta' \\ \zeta & \zeta' \end{vmatrix},$$

il viendra

$$(4 \text{ bis}) \quad \rho |\xi \xi' \xi''| = |\xi \xi' X| \left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3} - \frac{2\alpha\rho'}{r^3} \right) - \alpha\rho'' |\xi \xi' X'|.$$

Si l'on multiplie les équations (3 bis) par les mineurs de

$$\begin{vmatrix} X & \xi \\ Y & \eta \\ Z & \zeta \end{vmatrix},$$

il vient

$$(6 \text{ bis}) \quad 2\rho' |\xi \xi' X| + \rho |\xi \xi'' X| = -\alpha\rho'' |X \xi X'| - \alpha\rho\rho'' |X \xi \xi'|,$$

de sorte que, si $\delta\rho$ et $\delta\rho'$ représentent les corrections à apporter à ρ et à ρ' par suite de l'aberration, on aura

$$(4 \text{ ter}) \quad \delta\rho |\xi \xi' \xi''| = -\frac{2\alpha\rho'}{r^3} |\xi \xi' X| - \alpha\rho'' |\xi \xi' X'|,$$

$$(6 \text{ ter}) \quad 2\delta\rho' |\xi \xi' X| + \delta\rho |\xi \xi'' X| = \alpha\rho'' |\xi X X'| - \alpha\rho\rho'' |\xi \xi' X|.$$

Inutile d'ajouter que, dans les seconds membres de (4 ter) et (6 ter), on peut remplacer r , ρ , ρ' , ρ'' par leurs premières valeurs approchées.

Dans le calcul des éléments, il faut prendre pour x et x' les valeurs $f(t - \alpha\rho)$ et $f'(t - \alpha\rho)$; on obtiendra de la sorte les éléments d'une planète fictive, en retard sur la planète réelle d'une quantité constante $\alpha\rho$. Tous les éléments seront les mêmes pour les deux planètes, sauf l'époque du passage au périhélie pour laquelle la différence sera $\alpha\rho$.

On aura donc

$$x = X + \rho\xi, \quad x' = X' + \rho\xi' + \rho'\xi,$$

où ρ et ρ' doivent être remplacés par leurs valeurs corrigées, ce qui donne

$$\begin{aligned} x &= X + (\rho + \delta\rho)\xi, \\ x' &= X' + (\rho + \delta\rho)\xi' + (\rho' + \delta\rho')\xi; \end{aligned}$$

en négligeant le carré de l'aberration, on trouve

$$f'(t - \alpha\rho) = x' + \alpha\rho' x',$$

d'où

$$\begin{aligned} f(t - \alpha\rho) &= X + \rho\xi + \xi\delta\rho, \\ f'(t - \alpha\rho) &= X' + \rho\xi' + \rho'\xi + \xi'\delta\rho + \xi\delta\rho' + \alpha\rho' x'. \end{aligned}$$

Si l'on avait négligé l'aberration, on aurait eu simplement dans

les seconds membres $X + \rho\xi$, $X' + \rho\xi' + \rho'\xi$; si donc on désigne par δx et $\delta x'$ les corrections qu'il convient d'apporter à x et à x' pour tenir compte de l'aberration, on trouve

$$\begin{aligned}\delta x &= \xi \delta \rho, \\ \delta x' &= \xi' \delta \rho + \xi \delta \rho' + \alpha \rho' x'.\end{aligned}$$

On remplacera $\delta \rho$ et $\delta \rho'$ par leurs valeurs tirées de (4 *ter*) et (6 *ter*), et ρ' et x' par leurs premières valeurs approchées.

Ayant les corrections de δx et de $\delta x'$ on en déduira aisément les variations des éléments; ainsi, pour le grand axe, on aura par exemple

$$\delta \frac{1}{2a} = \frac{-\delta r}{r^2} - \Sigma x' \delta x'$$

avec

$$r \delta r = (\rho - R \cos T) \delta \rho$$

et

$$\Sigma x' \delta x' = \frac{1}{2} \rho \delta \rho \Sigma \xi'^2 + \frac{1}{2} \rho' \delta \rho' + \delta \rho \Sigma X' \xi' + \delta \rho' \Sigma X' \xi + \alpha \rho' \Sigma x'^2.$$

On voit le rôle que jouent encore ici les déterminants de la matrice

$$|\xi \xi' \xi'' XX'|.$$

En ce qui concerne la correction de parallaxe, appelons X, Y, Z les coordonnées du centre de la Terre, $X + \delta X, Y + \delta Y, Z + \delta Z$ celles du lieu d'observation; la première chose à faire est de calculer, pour l'époque choisie, les valeurs de $\delta X, \delta X', \delta X''$; on a facilement $\delta X_1, \delta X_2, \delta X_3$, c'est-à-dire les projections sur l'axe des x du rayon vecteur qui va du centre de la Terre au lieu d'observation aux époques des trois observations.

On en déduit *par interpolation* $\delta X, \delta X'$ et $\delta X''$ de la même façon qu'on a déduit ξ, ξ' et ξ'' de ξ_1, ξ_2 et ξ_3 . Il faut bien se garder de calculer ces quantités en partant des lois de la rotation de la Terre; d'abord cela n'a aucun sens quand les observations ont été faites dans des observatoires différents, et, quand même elles auraient eu lieu dans un même observatoire, l'orientation du rayon de la Terre qui va à cet observatoire a varié beaucoup dans l'intervalle de deux observations consécutives, et les positions successives qu'il a pu occuper dans cet intervalle ne nous importent évidemment en aucune façon. En opérant autrement

que par interpolation on pourrait être conduit à de graves erreurs.

Quoi qu'il en soit, les équations (3) deviennent

$$\rho''\xi + 2\rho'\xi' + \rho\xi'' = \frac{x}{r^3} - \frac{X}{R^3} - \delta X''$$

avec

$$x = X + \delta X + \rho\xi, \quad r^2 = \rho^2 - 2(R + \delta R) \cos T + (R + \delta R)^2$$

$$R \delta R = X \delta X + Y \delta Y + Z \delta Z$$

et les équations (4) et (6) deviennent

$$(4 \text{ bis}) \quad \rho |\xi\xi'\xi''| = |\xi\xi'X| \left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3} \right) + |\xi\xi'\delta X| \frac{1}{r^3} - |\xi\xi'\delta X''|,$$

$$(6 \text{ bis}) \quad 2\rho'|\xi\xi'X| + \rho|\xi\xi''X| = \frac{1}{r^3} |\xi\delta XX| - |\xi\delta X''X|.$$

Dans les premiers membres de (4 bis) et (6 bis), ρ et ρ' représentent les valeurs *corrigées*, il conviendrait donc d'y remplacer ρ et ρ' par $\rho + \delta\rho$, $\rho' + \delta\rho'$. Si, des équations (4 bis) et (6 bis) ainsi modifiées, nous retranchons les équations (4) et (6), il viendra

$$\delta\rho |\xi\xi'\xi''| = |\xi\xi'\delta X| \frac{1}{r^3} - |\xi\xi'\delta X''|,$$

$$2\delta\rho' |\xi\xi'X| + \delta\rho |\xi\xi''X| = \frac{1}{r^3} |\xi\delta XX| - |\xi\delta X''X|$$

qui nous feront connaître les corrections de ρ et ρ' dues à la parallaxe.

Comparaison des méthodes.

Si nous comparons la méthode de Laplace à celle de Gauss au point de vue de l'exactitude, nous devons distinguer ce qui concerne la première approximation et ce qui concerne les approximations suivantes.

En première approximation, nous savons que la méthode de Gauss nous donne pour les distances ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 des erreurs du premier ordre si les observations ne sont pas équidistantes, et du second ordre si elles sont équidistantes; et, pour les différences $\rho_2 - \rho_1$, $\rho_3 - \rho_2$, des erreurs du second ordre si les observations ne sont pas équidistantes et du troisième ordre si elles sont équidistantes.

Au contraire, d'après ce qui précède, la méthode de Laplace nous donne pour ρ , ρ' , ρ'' des erreurs du second ordre, et cela est vrai que les observations soient ou non équidistantes, pourvu qu'on choisisse pour époque

$$t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}.$$

Supposons que nous prenions pour origine du temps cette époque $\frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$, nous pourrions écrire par la formule de Taylor

$$\rho_1 = \rho + \rho' t_1 + \frac{\rho''}{2} t_1^2 + \frac{\rho'''}{6} t_1^3 + \dots$$

Comme t_1 est du premier ordre, que l'erreur sur ρ , ρ' , ρ'' est du second ordre, et que nous négligeons entièrement ρ''' , nous voyons que l'erreur commise sur les

$$1^{\text{er}}, \quad 2^{\text{e}}, \quad 3^{\text{e}}, \quad 4^{\text{e}}$$

termes de la série de Taylor sera respectivement d'ordre

$$2, \quad 3, \quad 4, \quad 3.$$

L'erreur commise sur ρ_1 (et de même sur ρ_2 et ρ_3) sera donc du deuxième ordre.

L'erreur commise sur $\rho_1 - \rho$ (et de même sur $\rho_2 - \rho$, $\rho_3 - \rho$, $\rho_2 - \rho_1$, $\rho_3 - \rho_2$) sera du troisième ordre.

En résumé, en ce qui concerne la première approximation, la méthode de Laplace est équivalente à celle de Gauss quand les observations sont équidistantes; elle lui est supérieure quand elles ne sont pas équidistantes.

Je ne parlerai pas ici de la rapidité des calculs, qui sont presque identiques dans les deux cas. Je veux faire seulement une autre remarque. On a imaginé il y a quelque temps un certain nombre de méthodes, fondées sur le principe de Gibbs et destinées à perfectionner la méthode de Gauss (Cf. *Astr. Nachr.*, n° 3061 Fabritius; n° 3075 Vogel; n° 3159 Lorenzoni, voir *Bulletin astronomique*, t. IX, p. 42 et 134, t. X, p. 386). Toutes ces méthodes ont pour objet de tenir compte dès la première approximation des termes du quatrième ordre.

Si les observations sont équidistantes, elles nous donnent en première approximation une erreur du troisième ordre sur ρ ; elles

l'emportent donc sur celles de Gauss et de Laplace, mais les calculs sont plus compliqués.

Si au contraire les observations ne sont pas équidistantes, les méthodes en question gardent leurs avantages sur celle de Gauss; elles ont en effet pour résultat de permettre d'atteindre une approximation aussi grande que si les observations étaient équidistantes. Or, ce que je voulais faire observer, c'est que ce résultat est précisément celui que la méthode de Laplace nous procure à beaucoup moins de frais.

Une autre observation n'est pas sans importance. Rien n'empêcherait de commencer les approximations avec la méthode de Laplace et de les continuer avec celle de Gauss. En effet, nous venons de voir que la méthode de Laplace nous faisait connaître, non seulement ρ , ρ' , ρ'' , mais encore ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 et cela avec une approximation toujours égale et quelquefois supérieure à celle de Gauss. Or, quand, dans la méthode de Gauss, on veut procéder à une nouvelle approximation, on prend pour point de départ les valeurs de ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 trouvées dans l'approximation précédente. On pourra donc tout aussi bien prendre pour point de départ, dans la deuxième approximation de la méthode de Gauss, les valeurs de ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 trouvées en première approximation par celle de Laplace.

Nous devons remarquer toutefois que, si nous calculons les trois lieux héliocentriques à l'aide des valeurs observées de ξ_1 , ξ_2 , ξ_3 , η_1 , ... et des valeurs ainsi calculées de ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 , ces trois lieux ne seront pas rigoureusement dans un même plan passant par le Soleil. Cela n'aurait d'ailleurs pas très grand inconvénient; mais il serait aisé de s'en affranchir. Par le Soleil et deux de ces lieux, P_1 et P_2 par exemple, on pourrait faire passer un plan et prendre pour le troisième lieu P_3 l'intersection de ce plan avec la droite P_3T_3 ; l'erreur commise sur ρ_3 , ou sur $\rho_3 - \rho_2$, serait encore du même ordre. Ou bien encore on pourrait prendre, pour les trois lieux P_1 , P_2 , P_3 , les intersections des trois droites P_1T_1 , P_2T_2 , P_3T_3 avec le plan de l'orbite provisoire déduite des valeurs de ρ et ρ' calculées.

En ce qui concerne les approximations suivantes, nous devons encore distinguer le cas où les observations ne sont pas, et celui où elles sont équidistantes.

Dans le premier cas, l'erreur sur ρ_1 après les

1^{re}, 2^e, 3^e, ...

approximations sera d'ordre

1, 2, 3, ...,

avec la méthode de Gauss, et d'ordre

2, 3, 4, ...

avec celle de Laplace; l'avantage reste donc à la méthode de Laplace d'autant plus qu'à chaque approximation, ou tout au moins à la seconde, les calculs sont plus simples.

Au contraire, si les observations sont équidistantes, l'erreur sur ρ_1 après les

1^{re}, 2^e, 3^e, ...

approximations sera d'ordre

2, 4, 6, ...

avec la méthode de Gauss, et d'ordre

2, 3, 4, ...

avec celle de Laplace. L'avantage appartient donc à celle de Gauss.

Mais, pour les approximations d'ordre élevé, on peut faire beaucoup mieux encore; dans la méthode de Newton pour la résolution numérique des équations, l'ordre de petitesse de l'erreur commise, comme on le sait, croît non pas en progression arithmétique, mais en progression géométrique; il double à chaque approximation. Or il suffit de modifier très légèrement la méthode de Gauss pour lui conférer les mêmes avantages.

Soient ρ_1, ρ_2, ρ_3 les valeurs des distances P_1T_1, P_2T_2, P_3T_3 calculées dans l'approximation précédente; soient $\rho_1 + \delta\rho_1, \rho_2 + \delta\rho_2, \rho_3 + \delta\rho_3$ les véritables valeurs de ces distances. On sait que le rapport $\frac{n_1}{\sqrt{p}}$ du triangle SP_2P_3 à la racine carrée du paramètre dépend seulement de la corde P_2P_3 , de la somme des rayons vecteurs $SP_2 + SP_3$, et du temps $t_3 - t_2$. Ce temps est connu, et les longueurs $P_2P_3, SP_2 + SP_3$ le seraient également si l'on connais-

sait ρ_2 et ρ_3 ; ainsi $\frac{n_1}{\sqrt{p}}$ est une fonction de ρ_2 et de ρ_3 :

$$\frac{n_1}{\sqrt{p}} = f(\rho_2, \rho_3).$$

Soit λ_1 la valeur de cette fonction f quand on remplace ρ_2 et ρ_3 par leurs valeurs approchées, antérieurement calculées; soient α_1 , β_1 et γ_1 les valeurs de ces trois dérivées, par rapport à ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 ; la première est nulle puisque la fonction en question ne dépend pas de ρ_1 et je ne l'écris que par symétrie. On aura alors sensiblement

$$\frac{n_1}{\sqrt{p}} = \lambda_1 + \alpha_1 \delta \rho_1 + \beta_1 \delta \rho_2 + \gamma_1 \delta \rho_3.$$

On opérera de même pour $\frac{n_2}{\sqrt{p}}$, $\frac{n_3}{\sqrt{p}}$; l'équation de Gauss

$$\Sigma n_i(\rho_i \xi_i + X_i) = 0$$

peut alors s'écrire, en négligeant les carrés des $\delta \rho_i$,

$$\Sigma \lambda_i(\rho_i \xi_i + X_i + \xi_i \delta \rho_i) + \Sigma (\alpha_i \delta \rho_1 + \beta_i \delta \rho_2 + \gamma_i \delta \rho_3)(\rho_i \xi_i + X_i) = 0.$$

On a ainsi trois équations linéaires en $\delta \rho_1$, $\delta \rho_2$, $\delta \rho_3$, qui nous fournissent de nouvelles valeurs approchées des distances $P_1 T_1$, $P_2 T_2$, $P_3 T_3$, et l'approximation croît en progression géométrique. Rien ne serait donc plus facile que d'assurer à la méthode de Gauss les mêmes avantages qu'à celle de Newton.

C'est d'ailleurs ce qu'a fait Gauss lui-même et les dix méthodes qu'il a développées dans les articles 120 à 129 du *Theoria Motus* sont conçues dans cet esprit.

Il n'y aurait pas à hésiter à opérer de la sorte si l'on disposait de trois observations parfaitement exactes et si l'on n'avait rien autre chose. Mais il est parfaitement inutile de chercher à pousser l'approximation plus loin que ne le comporte la précision des observations; et, quand on aura plus de trois observations, il conviendra toujours de les faire concourir toutes au résultat, et cela sera même d'autant plus important que l'on aura poussé plus loin l'approximation.

Les avantages de la méthode de Gauss seront donc ainsi souvent illusoire. Par exemple, si l'on dispose d'un certain nombre d'observations, il n'y a pas lieu d'en déduire trois lieux normaux par

interpolation et de leur appliquer la méthode de Gauss. L'emploi de la méthode de Laplace est alors tout indiqué.

Il arrive aussi quelquefois qu'après avoir appliqué la méthode de Gauss sans pousser plus loin que la première approximation, on calcule le grand axe par exemple en partant des deux lieux extrêmes. Il ne faudrait pas s'imaginer qu'on obtient ainsi un résultat plus précis qu'en appliquant la méthode de Laplace et calculant le grand axe tout simplement par l'équation des forces vives. Le résultat final ne peut pas en effet être plus approché que les lieux extrêmes d'où l'on est parti.

Ces raisons me font penser que le discrédit dans lequel paraît être tombée la méthode de Laplace n'est nullement justifié. Dans ces derniers temps, deux savants, partant sans doute des mêmes considérations, ont cherché à la réhabiliter.

Ce sont MM. Harzer et Leuschner. Il semble, d'après les exemples qu'ils ont donnés, qu'ils ont obtenu des résultats très encourageants. J'aurais toutefois à faire quelques remarques. M. Harzer prend cinq observations; ayant déterminé ρ , ρ' et ρ'' en première approximation par la méthode ordinaire, il en déduit les cinq distances ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 , ρ_4 , ρ_5 et il s'en sert pour effectuer les corrections d'aberration et de parallaxe; il détermine de nouveau ρ , ρ' , et ρ'' à l'aide des observations ainsi corrigées. Pour les dernières corrections, il prend pour inconnues les corrections ∇x , ∇y , ∇z , $\nabla x'$, $\nabla y'$, $\nabla z'$ à apporter aux trois coordonnées de la planète à l'époque et aux trois composantes de la vitesse. Les corrections des cinq ascensions droites et des cinq déclinaisons observées sont des fonctions linéaires de ces six inconnues. Nous avons donc 10 équations et 6 inconnues et l'on peut les résoudre par la méthode des moindres carrés.

M. Leuschner prend trois observations seulement; dans la correction finale, il prend quatre inconnues $\nabla \rho$, $\nabla x'$, $\nabla y'$, $\Delta z'$; l'époque choisie est celle de l'observation moyenne, de sorte que les corrections d'ascension droite et déclinaison sont nulles pour cette observation. Il reste seulement quatre équations à quatre inconnues.

Il semble qu'on perd beaucoup de temps au calcul de ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 , ρ_4 , ρ_5 , à la correction des cinq observations, et à une nouvelle application de la méthode de Laplace aux observations corrigées.

L'emploi des corrections que j'indique pour l'aberration et la parallaxe serait, je crois, beaucoup plus rapide et ne serait pas moins exact. Dans un de ses exemples, M. Leuschner est obligé de faire trois approximations successives pour l'aberration et la parallaxe; cela peut sembler surprenant au premier abord; mais, si l'on y regarde de près, on voit qu'il aurait pu facilement éviter ces tâtonnements. En effet, on reconnaît que l'influence prépondérante était celle de la parallaxe; et que l'aberration seule n'aurait pas nécessité de nouvelle approximation; or, en faisant porter la correction de parallaxe, *au début du calcul*, sur les coordonnées de la Terre, on évite comme nous l'avons vu toute espèce de tâtonnement. Quant à l'aberration, on aurait pu faire disparaître presque entièrement la difficulté, en prenant pour époque la planète $t - \alpha$ au lieu de t ainsi que nous l'avons fait plus haut. Quoi qu'il en soit de ces points de détail, MM. Harzer et Leuschner paraissent avoir réalisé un progrès notable sur les méthodes usuelles.

Observations multiples.

La méthode de Laplace est surtout intéressante quand on dispose de plus de trois observations; disons quelques mots sur la manière de diriger l'interpolation en pareil cas.

On emploiera le procédé habituel d'interpolation. Soient donc

$$t_1, t_2, \dots, t_p$$

les instants des observations; on posera

$$\Pi = (t - t_1)(t - t_2) \dots (t - t_p).$$

On développera $\frac{\Pi'}{\Pi}$ en fraction continue sous la forme

$$\frac{\Pi'}{\Pi} = X_1 + 1/X_1 + 1/X_2 + \dots$$

Soit $\frac{P_n}{Q_n}$ la $n^{\text{ième}}$ réduite de telle sorte que

$$P_{n+1} = P_n X_{n+1} + P_{n-1}, \quad P_0 = 1, \quad P_1 = X_1.$$

On aura

$$\Sigma P_m(t_i) P_n(t_i) = 0, \quad m \geq n,$$

et l'on posera

$$\Sigma [P_n(t_i)]^2 = B_n.$$

Si l'on veut représenter la fonction ξ par un polynome de degré $n < p$, on posera

$$\xi = \gamma_0 P_0 + \gamma_1 P_1 + \dots + \gamma_n P_n = F(t),$$

et l'on choisira les coefficients γ_n de façon que l'expression

$$\Sigma [\xi_i - F(t_i)]^2,$$

où les ξ_i sont les valeurs observées, soit minima. Pour cela il faut prendre

$$\gamma_k B_k = \Sigma \xi_i P_k(t_i).$$

Il reste à voir où il faut arrêter le développement, c'est-à-dire quelle valeur il faut donner à n . Il est aisé de vérifier que, si les t_i sont regardés comme quantités très petites du premier ordre, le polynome $\gamma_k P_k$ sera d'ordre k . Or, si l'on prend pour $F(t)$ un polynome d'ordre n , le premier terme négligé est

$$\gamma_{n+1} P_{n+1}.$$

L'erreur commise sur ξ est donc d'ordre $n+1$; elle est d'ordre n pour ξ' et d'ordre $n-1$ pour ξ'' . L'erreur sur ξ'' s'abaisse à l'ordre n , si

$$P_{n+1}''(t) = 0.$$

C'est donc à l'aide de cette équation $P_{n+1}''(t) = 0$ que l'on devra déterminer l'époque; elle remplace l'équation $\Pi''(t) = 0$ qui dans le cas de trois observations nous avait donné $t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$. Si l'on suppose $n = 2$ elle s'écrit

$$P_3''(t) = 0$$

et est alors du premier degré; si l'on pose

$$X_k = \alpha_k t + \beta_k,$$

elle nous donne

$$3t = -\frac{\beta_1}{\alpha_1} - \frac{\beta_2}{\alpha_2} - \frac{\beta_3}{\alpha_3}.$$

Si nous nous reportons alors à ce que nous avons dit plus haut au sujet des corrections à faire en deuxième approximation, on

verra le rôle que joue l'expression Π' ; ce rôle tient à ce que nous avons

$$\partial \xi'_3 = \frac{\xi'''}{6} \Pi', \quad \partial \xi''_3 = \frac{\xi'''}{12} \Pi'.$$

Quelles sont les quantités qui vont ici jouer le même rôle; il est aisé de s'en rendre compte.

Nous aurons, en effet, en nous bornant aux termes les plus importants et en supposant $P'_3 = 0$,

$$\partial \xi'_3 = \gamma_3 P'_3, \quad \partial \xi''_3 = \gamma_4 P''_4; \quad \xi''' = \gamma_3 P''_3, \quad \xi''_4 = \gamma_4 P''_4,$$

d'où

$$\partial \xi'_3 = \xi''' \frac{P'_3}{P''_3}, \quad \partial \xi''_3 = \xi''_4 \frac{P''_4}{P''_4},$$

P''_3 et P''_4 se réduisent à des constantes indépendantes de t et l'on a d'ailleurs

$$\frac{P''_4}{P''_4} = \frac{1}{2} \frac{P'_3}{P''_3} + \frac{P''_3}{P''_4}.$$

Ces quantités se calculent aisément en fonctions des t_i , de sorte que les méthodes précédentes restent applicables sans changement important.

Nous avons supposé jusqu'ici qu'on prenait $n = 2$; plus généralement, nous avons vu que l'erreur sur ξ'' est du $n^{\text{ième}}$ ordre, et peut être représentée par $h\tau^n$, h étant une constante et τ une quantité comparable à l'intervalle des observations. On aurait donc intérêt à augmenter n si les observations étaient parfaitement précises; mais l'erreur sur ξ'' due à l'incertitude des observations peut être représentée par $\frac{h_1}{\tau^2}$, h_1 étant une constante; on devra choisir n de façon que $h\tau^n$ soit comparable à $\frac{h_1}{\tau^2}$. Si donc $\frac{h_1}{h}$ est petit, on prendra n grand, surtout si τ est sensible; si, au contraire, $\frac{h_1}{h}$ est grand, ou τ très petit, on prendra n petit.

Si l'on était conduit à prendre $n > 2$, les méthodes demanderaient quelques modifications, je n'y insisterai pas.

Conclusions.

Les méthodes que j'ai exposées plus haut succinctement ne sont

pas mises au point pour le calcul pratique, mais je suis persuadé qu'il suffirait pour cela de peu d'efforts après quoi elles présenteraient un avantage notable sur les méthodes usuelles.

J'ai fait porter l'interpolation sur les cosinus directeurs ξ , η , ζ et non sur les ascensions droites et déclinaisons; on aurait évidemment pu faire le contraire, les résultats n'auraient pas été sensiblement modifiés, il semble toutefois peu rationnel de faire l'interpolation sur trois quantités quand il suffirait de le faire sur deux. Mais il ne semble pas nécessaire de calculer effectivement ξ'' , η'' , ζ'' .

Dans le calcul de ρ , ρ' , r et des corrections que l'on doit apporter à ces quantités pour tenir compte de l'aberration, de la parallaxe, ou des termes dépendant de Π' , nous avons vu intervenir uniquement les déterminants de la matrice

$$(23) \quad |\xi\xi'\xi''XX'|.$$

Or, ces déterminants peuvent s'exprimer linéairement à l'aide de ceux de la matrice

$$(23 \text{ bis}) \quad |\xi_1\xi_2\xi_3XX'|,$$

les coefficients étant des fonctions de t_1 , t_2 , t_3 faciles à déterminer. On pourra donc calculer ces déterminants (23) sans calculer effectivement ξ , ξ' , ξ'' .

Il reste à faciliter le calcul de ces déterminants en les mettant sous une forme calculable trigonométriquement par logarithmes, et où figureront non pas les cosinus directeurs ξ_1 , ξ_2 , ξ_3 , mais les ascensions droites et déclinaisons observées, ou bien les longitudes et les latitudes.

Je n'insisterai pas sur ce point, me bornant à faire remarquer que ces déterminants sont les mêmes qu'on rencontre dans la méthode de Gauss et que, pour les rendre calculables par logarithmes, on n'a qu'à faire ce que fait Gauss lui-même.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTE,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (équatorial coudé de 0^m,318 d'ouverture);

PAR MM. RAMBAUD ET SY.

Dates.	T. m. d'Alger.	$\Delta R.$	$\Delta Q.$	N. dec.	Rapp.	log f. p.	(Q) app.	log f. p.	*
Isis (42).									
1905.	h m s	m s			h m s				
MARS 24.	10.25.23	+0.45,83	-10.19,5	15:10	12. 9. 2,91	$\bar{1},300n$	+13.24.52,1	0,560	
24.	10.47.34	+0.45,05	-10.15,0	15:10	12. 9. 2,13	$\bar{1},192n$	+13.24.56,6	0,553	
25.	9.46.42	+0. 6,15	+ 4.14,1	17:10	12. 8. 7,87	$\bar{1},419n$	+13.30.10,5	0,572	
28.	10.18. 9	-1.56,47	- 2.10,6	15:10	12. 5.17,58	$\bar{1},245n$	+13.46. 0,1	0,550	
28.	10.55.28	-1.57,89	- 2. 3,2	15:10	12. 5.16,16	$\bar{2},997n$	+13.46. 7,5	0,540	
29.	10. 5.41	+1.34,91	-12. 3,9	15:10	12. 4.21,31	$\bar{1},280n$	+13.50.31,3	0,551	
29.	10.35.26	+1.33,97	-11.57,1	15:10	12. 4.20,37	$\bar{1},117n$	+13.50.38,1	0,542	
30.	10. 5.30	+0.39,25	- 7.24,0	12:12	12. 3.25,65	$\bar{1},259n$	+13.55.11,3	0,548	
30.	10.30.24	+0.38,53	- 7.20,2	12:12	12. 3.24,93	$\bar{1},118n$	+13.55.15,1	0,541	
AVRIL 3.	10.11.34	-0.33,51	+11.55,4	12:12	11.59.46,14	$\bar{1},115n$	+14.11.53,7	0,536	
3.	10.40.11	-0.34,64	+11.59,3	12:12	11.59.45,01	$\bar{2},849n$	+14.11.57,6	0,530	
4.	10. 4. 5	+2.47,09	+ 5.20,7	14:10	11.58.52,59	$\bar{1},133n$	+14.15.33,7	0,536	
4.	10.44.29	+2.45,45	+ 5.30,2	14:10	11.58.50,95	$\bar{2},710n$	+14.15.43,2	0,528	
6.	10. 7.37	+1. 1,84	+12. 7,9	15:10	11.57. 7,33	$\bar{1},036n$	+14.22.21,0	0,530	
6.	10.23.43	+1. 1,36	+12.10,6	15:10	11.57. 6,85	$\bar{2},875n$	+14.22.23,7	0,527	
7.	9.39.24	+3. 6,61	- 8.22,4	15:10	11.56.17,13	$\bar{1},196n$	+14.25.20,1	0,536	
Comète α 1905.									
MARS 28.	9.11.25	-0.46,24	-14. 9,8	12:10	5.51.24,85	$\bar{1},603$	+13.27.24,5	0,623	
28.	9.37.31	-0.42,48	-12.52,9	11:12	5.51.28,61	$\bar{1},633$	+13.28.41,4	0,639	
29.	8.59.15	-0.38,46	- 2. 1,7	12:12	5.54.59,65	$\bar{1},590$	+14.40. 8,2	0,603	
29.	9.36.45	-0.33,06	- 0. 5,8	12:12	5.55. 5,05	$\bar{1},635$	+14.42. 4,1	0,629	
30.	9.16.12	-0.30,53	+ 5. 5,3	12:12	5.58.43,74	$\bar{1},615$	+15.54.12,8	0,603	
30.	9.46.23	-0.26,24	+ 6.36,8	12:12	5.58.48,03	$\bar{1},656$	+15.55.44,3	0,634	
AVRIL 3.	9.14.30	-0.22,92	+ 9. 9,3	12:12	6.14.15,72	$\bar{1},625$	+20.44.12,7	0,550	
3.	9.51.39	-0.17,28	+11. 6,5	12:12	6.14.21,36	$\bar{1},664$	+20.46. 9,9	0,591	
4.	8.58.48	-1.26,12	- 2.57,8	15:10	6.18.18,15	$\bar{1},608$	+21.54.53,5	0,516	
4.	9.30. 6	-1.20,52	- 1.27,2	14:10	6.18.23,75	$\bar{1},647$	+21.56.24,1	0,554	
6.	9.10.58	-0.45,56	+ 9.29,3	12:12	6.26.44,82	$\bar{1},629$	+24.16. 4,1	0,497	
6.	9.39.20	-0.40,43	+10.49,8	12:12	6.26.49,95	$\bar{1},662$	+24.17.24,6	0,537	
7.	8.43.38	-1. 8,30	+12. 4,2	15:10	6.30.59,88	$\bar{1},594$	+25.23.55,6	0,439	
7.	8.58.27	-1. 5,01	+12.49,1	15:10	6.31. 3,17	$\bar{1},617$	+25.24.40,5	0,463	

no. T. m. d'Alger. ΔR . ΔQ . N. dec. Rapp. log f. p. (Q) app. log f. p. * Obs.

Gerda (122).

no.	h	m	s	m	s	.	.	h	m	s	.	.	.	.	.	.	.
1213.	9.53.10	+0.25,43	+ 1.10,6	12:12	12.48.59,07	1,260	n	— 4.28.	9,6	0,761	15	S					
13.	10.20.43	+0.24,60	+ 1.16,3	12:12	12.48.58,24	1,114	n	— 4.28.	3,9	0,763	15	R					

Proserpine (26).

129.	9.53.19	+1.26,75	+10. 5,8	15:10	14.37. 9,62	1,435	n	—14.44.42,7	0,820	16	S					
29.	10.45.59	+1.24,57	+10.11,2	15:10	14.37. 7,44	1,235	n	—14.44.37,3	0,832	16	R					
5.	8.30.34	—1.20,35	+ 3.10,6	15:10	14.31.41,00	1,555	n	—14.29.26,7	0,800	17	R					
5.	9.38.49	—1.23,23	+ 3.17,7	12: 8	14.31.38,12	1,390	n	—14.29.19,6	0,822	17	S					
6.	8.49. 0	+1. 2,46	— 3.34,2	15:10	14.30.45,29	1,509	n	—14.26.51,1	0,808	18	S					
6.	9.33. 9	+1. 0,75	— 3.30,0	15:10	14.30.43,58	1,392	n	—14.26.46,9	0,822	18	R					
9.	9. 0.40	—1.41,23	+ 4. 3,8	12: 8	14.28. 1,61	1,446	n	—14.19.13,2	0,816	18	S					
9.	10.25.28	—1.43,51	+ 4.10,3	14:10	14.27.59,33	1,059	n	—14.19. 6,7	0,833	18	R					
10.	8.44.40	—2.32,52	+ 6.27,5	15:10	14.27.10,33	1,474	n	—14.16.49,5	0,813	18	S					
10.	9.22.52	—2.34,02	+ 6.31,1	13:10	14.27. 8,83	1,361	n	—14.16.45,9	0,823	18	R					
11.	8.48.46	+1. 0,46	— 3.23,9	15:10	14.26.17,12	1,452	n	—14.14.21,6	0,815	19	S					
11.	9.54.16	+0.57,99	— 3.16,9	15:10	14.26.14,65	1,201	n	—14.14.14,6	0,830	19	R					
12.	8.29. 7	+0. 9,44	— 1. 2,2	12:12	14.25.26,11	1,489	n	—14.11.59,9	0,810	19	S					
12.	9. 4. 0	+0. 8,18	— 0.59,2	12:12	14.25.24,85	1,393	n	—14.11.56,9	0,756	19	R					
13.	9. 7.27	—0.42,95	+ 1.22,5	12:12	14.24.33,72	1,365	n	—14. 9.35,2	0,822	19	S					
13.	10. 8.44	—0.45,29	+ 1.27,9	15:10	14.24.31,38	1,039	n	—14. 9.29,8	0,833	19	R					
15.	8.51. 1	+0. 4,51	— 7.39,6	12:12	14.22.54,66	1,388	n	—14. 5. 7,7	0,820	20	S					
15.	9.26. 9	+0. 3,43	— 7.36,1	12:12	14.22.53,58	1,248	n	—14. 5. 4,2	0,828	20	R					
19.	9.18.49	—3. 3,55	+ 0.43,3	14:12	14.19.46,61	1,187	n	—13.56.44,8	0,829	20	S					
19.	10.16.43	—3. 5,85	+ 0.47,2	11: 8	14.19.44,31	1,515	n	—13.56.40,9	0,834	20	R					
23.	8.41.56	—2.29,83	—10.30,5	15:10	14.16.58,36	1,279	n	—13.49.36,7	0,825	21	S					
23.	9.35.34	—2.31,53	—10.22,5	15:10	14.16.56,66	2,906	n	—13.49.28,7	0,832	21	R					

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. au j.	(Q) moy. 1905,0.	Réd. au j.	Autorités.
8,8	12. 8.15,63	+1,45	+13.35.21,0	— 9,4	A. G. Leipzig, I, n° 4513.
8,9	12. 8. 0,27	+1,45	+13.26. 5,7	— 9,3	A. G. Leipzig, I, n° 4511.
9,1	12. 7.12,59	+1,46	+13.48.19,8	— 9,1	A. G. Leipzig, I, n° 4508.
8,1	12. 2.44,94	+1,46	+14. 2.44,3	— 9,1	A. G. Leipzig, I, n° 4492.
8,1	"	+1,46	"	— 9,0	Id.
8,1	12. 0.18,19	+1,46	+14. 0. 7,0	— 8,7	A. G. Leipzig, I, n° 4481.
8,9	11.56. 4,04	+1,46	+14.10.21,7	— 8,7	A. G. Leipzig, I, n° 4462.
8,9	"	+1,45	"	— 8,6	Id.
8,5	11.53. 9,08	+1,44	+14.33.51,0	— 8,5	A. G. Leipzig, I, n° 4452.

★	Gr.	À moy. 1905,0. h m s	Réd. au j. s	Q moy. 1905,0. h m s	Réd. au j. s	Autorités.
8.	8,3	5.52.10,97	+0,12	+13.41.45,8	-11,5	A. G. Leipzig, I, n° 1908.
9.	8,6	5.55.37,99	+0,12	+14.42.21,0	-11,1	A. G. Leipzig, I, n° 1939.
10.	8,9	5.59.14,15	+0,12	+15.49.18,2	-10,7	A. G. Berlin, n° 1883.
11.	8,8	6.14.38,50	+0,14	+20.35.12,4	-9,0	A. G. Berlin, n° 2307.
12.	8,8	6.19.44,13	+0,14	+21.57.59,9	-8,6	A. G. Berlin, n° 2365.
13.	8,8	6.27.30,24	+0,14	+24. 6.42,7	-7,9	A. G. Berlin, n° 2443.
14.	9,5	6.32. 8,04	+0,14	+25.11.58,9	-7,5	A. G. Cambridge, n° 3376
15.	8,7	12.48.31,96	+1,68	- 4.29.11,6	-8,6	Schjellerup, n° 4646.
16.	9,0	14.35.40,88	+1,99	-14.54.44,9	-3,6	Weisse I, XIV, n° 596.
17.	8,9	14.32.59,32	+2,03	-14.32.33,4	-3,9	Paris, n° 17988.
18.	9,0	14.29.40,80	+2,03	-14.23.12,8	-4,1	Munich I, n° 10300.
18.	9,0	»	+2,04	»	-4,2	Id.
18.	9,0	»	+2,05	»	-4,2	Id.
19.	10,0	14.25.14,62	+2,04	-14.10.53,3	-4,4	Munich I, n° 10232.
19.	10,0	»	+2,05	»	-4,4	Id.
19.	10,0	»	+2,05	»	-4,4	Id.
20.	9,0	14.22.48,10	+2,05	-13.57.23,5	-4,6	Weisse I, XIV, n° 364.
20.	9,0	»	+2,06	»	-4,6	Id.
21.	8,7	14.19.26,14	+2,05	-13.39. 1,5	-4,7	Radcliffe (1890), n° 3730.

OBSERVATIONS MÉRIDIENNES DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (cercle de Brunner);

PAR M. PRIM.

Dates.	T. m. Nice.	À app.	Corr. éph. (¹).	Q app.	Corr. éph. (¹).
Mars.					
1905.	h m s	h m s	s	h m s	s
Mai 27...	10.14.49	14.33.54,34	+0,04	-15.54. 6,5	-0,1
29...	10. 4.50	14.31.46,39	+0,11	-15.49.20,2	-0,5
30...	9 59.54	14.30.46,25	-0,14	-15.47.10,3	+0,3
Juin 2...	9.45.25	14.28. 4,26	0,00	-15.41.46,6	0,0
3...	9.40.41	14.27.16,29	-0,02	-15.40.22,0	-0,8
Neptune.					
Janv. 10...	11. 8.38	6.27.44,10	-0,47	22.16.13,2	-1,3
20...	10.28.11	6.26.35,90	-0,38	22.17. 9,9	-2,3
21...	10.24. 8	6.26.29,50	-0,27	22.17.15,8	-2,0
24...	10.12. 2	6.26.10,42	-0,25	22.17.32,0	-2,6
26...	10. 3.58	6.25.58,04	-0,26	22.17.43,4	-2,3
27...	9.59.55	6.25.51,90	-0,34	22.17.48,9	-2,3
28...	9.55.54	6.25.46,08	-0,18	22.17.53,5	-3,1

(¹) *Connaissance des Temps.*

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

191

Dates.	T. m. Nice.	R app.	Corr. éph. ⁽¹⁾ .	(D) app.	Corr. éph. ⁽¹⁾ .
Neptune.					
1905.	h m s	h m s	s		
JANV. 30...	9.47.50	6.25.34,26	—0,30	22.18. 5,7	— 1,7
31...	9.43.49	6.25.28,50	—0,34	22.18.10,7	— 2,1
FÉVR. 4...	9.27.43	6.25. 6,44	—0,48	22.18.30,3	— 3,4
6...	9.19.41	6.24.56,41	—0,16	22.18.41,5	— 2,4
7...	9.15.40	6.24.51,17	—0,39	22.18.46,5	— 2,4
9...	9. 7.39	6.24.41,57	—0,28	22.18.55,6	— 3,2
10...	9. 3.38	6.24.36,94	—0,22	22.19. 1,8	— 1,9
11...	8.59.37	6.24.32,12	—0,47	22.19. 6,7	— 1,9
13...	8.51.37	6.24.23,30	—0,50	22.19.16,1	— 2,0
14...	8.47.37	6.24.19,27	—0,31	22.19.20,3	— 2,5
17...	8.35.37	6.24. 7,26	—0,39	22.19.34,3	— 2,2
21...	8.19.39	6.23.53,26	—0,24	22.19.50,8	— 3,2
28...	7.51.48	6.23.33,50	—0,26	22.20.19,2	— 2,8
MARS 2...	7.43.52	6.23.29,12	—0,22	22.20.27,1	— 2,4
6...	7.28. 1	6.23.21,75	—0,45	22.20.41,1	— 2,4
10...	7.12.13	6.23.16,83	—0,52	22.20.54,3	— 2,1

(4) Vesta.

			Corr. éph. ⁽²⁾ .		Corr. éph. ⁽²⁾ .
AVRIL 6...	11.21.24	12.19.36,13	+3,40	11.28.35,7	—19,3
7...	11.16.37	12.18.44,26	+3,48	11.32.53,2	—20,2
13...	10.48. 8	12.13.50,58	+3,46	11.53.24,0	—18,5
15...	10.38.47	12.12.20,97	+3,28	11.58. 9,4	—16,4
17...	10.29.31	12.10.56,41	+3,19	12. 1.48,2	—16,6
18...	10.24.55	12.10.16,35	+3,39	12. 3.13,0	—17,1
21...	10.11.15	12. 8.23,80	+3,18	12. 5.53,5	—16,4
25...	9.54.23	12. 7.14,78	+3,02	12. 5.44,5	—15,5
28...	9.40.15	12. 4.54,90	+2,98	12. 2.52,3	—15,9
MAI 1...	9.27.23	12. 3.50,24	+3,05	11.57.42,9	—16,3
11...	8.46.22	12. 2. 8,23	+2,88	11.25. 3,1	—16,0
15...	8.30.47	12. 2.16,82	+2,94	11. 5.53,4	—16,1
18...	8.19.24	12. 2.41,09	+2,88	10.49.30,4	—14,5
22...	8. 4.35	12. 3.36,27	+2,51	10.25. 6,1	—14,6

(78) Diane.

JANV. 13...	10.56.26	6.27.19,91	35.30. 9,7
-------------	----------	------------	------------

Nota. — Toutes les déclinaisons sont corrigées de la parallaxe.

⁽¹⁾ *Connaissance des Temps.*

⁽²⁾ *Nautical Almanac.*

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (146) LUCINE,

PAR M. LOUIS FABRY.

Les éléments ont été tirés du *Berliner Jahrbuch* pour 1908.

LIEUX MOYENS 1906,0 (minuit moyen de Paris).

Dates.	R.	(D.	log Δ.	log r.
1906.	h m s			
AVRIL 17.....	14.35.20	+ 2.39,4	0,1985	0,4066
19.....	33.37	43,8	0,1973	0,4065
21.....	31.50	47,7	0,1964	0,4065
23.....	30. 2	51,0	0,1958	0,4064
25.....	28.12	53,7	0,1955	0,4064
27.....	26.22	55,7	0,1954	0,4063
29.....	24.30	57,0	0,1956	0,4063
MAI 1.....	22.39	57,6	0,1961	0,4062
3.....	20.49	57,4	0,1969	0,4062
5.....	19. 0	56,4	0,1981	0,4062
7.....	17.14	54,6	0,1995	0,4061
9.....	15.30	52,2	0,2011	0,4061
11.....	13.49	48,8	0,2030	0,4061
13.....	12.10	44,6	0,2051	0,4060
15.....	10.34	39,8	0,2075	0,4060
17.....	9. 3	34,1	0,2101	0,4060
19.....	7.36	27,6	0,2129	0,4059
21.....	6.14	20,4	0,2160	0,4059
23.....	4.57	12,4	0,2193	0,4059
25.....	14. 3.47	+ 2. 3,6	0,2228	0,4059

GRANDEUR DE LA PLANÈTE A L'OPPOSITION : 10,7.

La correction de cette éphéméride sera probablement assez forte, environ -3^m en ascension droite et $+23'$ en déclinaison, d'après une observation approchée faite le 8 janvier 1905 à Heidelberg.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE LA COMÈTE *b* 1905 (SCHAER),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. COGGIA.

Dates. T m. Marseille. ΔR . ΔP . N. de c. R app. log f. p. P app. log f. p. ★

(16) Psyché.

1905.	h	m	s	m	s	h	m	s		h	m	s	
U. 17.	8.11.9	—1.59,81	—17.30,9	5.5	4.	3.35,40	1,379 <i>n</i>	74.	0.28,7	0,634 <i>n</i>	1		
19.	7.58.11	—3.20,64	—16.4,7	5.5	4.	2.14,57	1,390 <i>n</i>	74.	1.54,9	0,636 <i>n</i>	2		
20.	7.52.30	—3.59,04	—15.28,9	5.5	4.	1.36,17	1,393 <i>n</i>	74.	2.30,8	0,636 <i>n</i>	3		
21.	7.48.24	—4.35,79	—14.58,3	5.5	4.	0.59,42	1,392 <i>n</i>	74.	3.1,4	0,636 <i>n</i>	4		
22.	10.26.17	—5.15,98	—14.28,1	5.5	4.	0.19,23	2,753	74.	3.31,6	0,607 <i>n</i>	5		
29.	7.58.29	—8.42,15	—14.9,1	5.5	3.56.53,05	1,225 <i>n</i>	74.	3.50,8	0,620 <i>n</i>	6			
30.	7.17.13	—9.5,23	—14.26,2	5.5	3.56.29,97	1,366 <i>n</i>	74.	3.33,7	0,633 <i>n</i>	7			
31.	6.49.9	—9.27,08	—14.50,6	5.5	3.56.8,12	1,432 <i>n</i>	74.	3.9,3	0,643 <i>n</i>	8			

(29) Amphitrite.

OV. 27.	11.50.29	+2.21,83	—5.57,6	5.5	3.56.27,76	2,610	59.44.22,5	0,296 <i>n</i>	9
29.	7.28.13	+0.22,12	—1.51,5	6.6	3.54.28,06	1,628 <i>n</i>	59.48.28,5	0,548 <i>n</i>	10
30.	7.26.39	—0.43,33	+0.33,9	6.6	3.53.22,62	1,625 <i>n</i>	59.50.53,8	0,545 <i>n</i>	11
DEC. 1.	7.38.37	—1.48,76	+3.8,5	5.5	3.52.17,20	1,601 <i>n</i>	59.53.28,3	0,518 <i>n</i>	12
3.	7.46.57	+0.41,51	—0.35,4	6.6	3.48.5,55	1,555 <i>n</i>	60.4.52,0	0,479 <i>n</i>	13
6.	7.27.14	—0.17,85	+2.27,7	6.6	3.47.6,20	1,581 <i>n</i>	60.7.55,0	0,503 <i>n</i>	14
7.	9.53.2	—1.22,75	+5.59,1	5.5	3.46.1,30	2,031 <i>n</i>	60.11.26,3	0,324 <i>n</i>	15
8.	7.38.48	—2.15,32	+8.59,0	5.5	3.45.8,74	1,542 <i>n</i>	60.14.26,2	0,473 <i>n</i>	16
14.	8.1.55	+1.38,83	—8.44,0	5.5	3.39.48,97	1,414 <i>n</i>	60.35.27,9	0,409 <i>n</i>	17
15.	7.33.25	+0.52,39	—5.8,7	5.5	3.39.2,53	1,479 <i>n</i>	60.39.3,2	0,441 <i>n</i>	18
17.	7.45.0	—0.37,95	+2.17,7	5.5	3.37.32,19	1,321 <i>n</i>	60.46.29,4	0,417 <i>n</i>	19
19.	7.24.33	—2.0,05	+9.40,7	5.5	3.36.10,09	1,453 <i>n</i>	60.53.52,3	0,433 <i>n</i>	20
20.	7.18.31	+4.36,09	—7.43,7	5.5	3.35.31,09	1,456 <i>n</i>	60.57.34,6	0,437 <i>n</i>	21
21.	7.17.12	+3.59,43	—4.1,1	5.5	3.34.54,43	1,447 <i>n</i>	61.1.17,2	0,434 <i>n</i>	22
22.	1.4.58	+3.19,23	+0.15,2	5.5	3.34.14,23	1,292	61.5.33,5	0,385 <i>n</i>	23
23.	8.9.34	+2.51,01	+3.29,5	5.5	3.33.46,01	1,212 <i>n</i>	61.8.47,7	0,371 <i>n</i>	24
29.	7.29.59	+4.39,76	—8.16,4	5.5	3.31.13,99	1,277 <i>n</i>	61.30.7,1	0,393 <i>n</i>	25
30.	6.3.53	+4.23,16	—5.4,9	5.5	3.30.57,39	1,525 <i>n</i>	61.33.18,6	0,488 <i>n</i>	26
31.	6.22.42	+4.7,05	—1.45,0	5.5	3.30.41,27	1,473 <i>n</i>	61.36.38,5	0,459 <i>n</i>	27

Dates. T. m. Marseille. ΔR . ΔP . N. de c. Rapp. log t. p. Φ app. log t. p.

(372) Palma.

1905.	h	m	s	m	s	.	.	.	h	m	s	.	.	.
Déc. 30.	7.57.54	—1.	3.00	—	6.15,5	5.5	6.30.18,67	$\bar{1},814n$	34.39.41,9	$\bar{1},871n$	38			
31.	7.18.55	—2.30,29	+	1.37,0	5.5	6.28.51,40	$\bar{1},845n$	34.47.34,5	0,170n	39				

(511) Davida.

Nov. 27.	7.26.42	+1.24,81	+12.56,4	5.5	1.34.14,21	$\bar{1},386n$	103.8.15,9	0,857n	30					
29.	6.48.3	+0.49,21	+0.33,0	6.6	1.33.38,60	$\bar{1},386n$	102.55.52,8	0,851n	31					
30.	6.43.52	+0.33,61	—6.2,9	6.6	1.33.23,00	$\bar{1},386n$	102.49.17,0	0,850n	32					
Déc. 1.	7.5.28	+0.18,91	—12.59,0	6.6	1.33.8,29	$\bar{1},301n$	102.42.21,0	0,855n	33					
6.	6.36.6	—3.47,20	+2.29,5	6.6	1.32.18,24	$\bar{1},331n$	102.5.18,9	0,850n	34					
13.	7.36.15	—2.8,83	+7.10,1	5.5	1.32.11,85	$\bar{2},740n$	101.5.53,2	0,855n	35					
14.	7.22.49	—2.4,23	—1.48,1	5.5	1.32.16,44	$\bar{2},864n$	100.56.55,1	0,853n	36					
15.	7.10.9	—1.57,97	—10.50,3	5.5	1.32.22,69	$\bar{2},952n$	100.47.53,0	0,852n	37					
17.	7.7.52	—2.33,67	+1.47,6	5.5	1.32.38,65	$\bar{2},900n$	100.29.10,0	0,851n	38					
19.	6.40.48	+0.6,73	+16.34,0	5.5	1.33.1,60	$\bar{1},064n$	100.9.53,1	0,848n	39					
20.	6.46.22	+0.19,79	+6.46,6	5.5	1.33.14,65	$\bar{2},994n$	100.0.5,8	0,848n	40					
21.	6.46.49	+0.34,45	—3.7,7	5.5	1.33.29,30	$\bar{2},962n$	99.50.11,6	0,847n	41					
22.	10.0.11	+0.52,63	—14.32,5	5.5	1.33.47,47	$\bar{1},423$	99.38.46,9	0,833n	42					
30.	6.44.47	—2.26,95	+17.52,9	5.5	1.36.43,92	$\bar{2},530n$	98.15.4,7	0,839n	43					

b 1905 (Schaer).

Déc. 13.	5.57.9	+0.23,83	+2.8,5	6.6	23.31.32,52	$\bar{2},153n$	99.19.22,2	0,845n	44					
14.	6.45.9	+3.38,93	+1.45,3	6.6	23.31.51,02	$\bar{2},872$	99.55.5,3	0,848n	45					
15.	6.36.14	—2.13,92	—3.45,8	5.5	23.32.9,00	$\bar{2},870$	100.26.35,3	0,856n	46					

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	$\bar{R}$ moy. 1905,0.	Réd. au j.	Φ moy. 1905,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	7,5	4.5.31,29	+3,92	74.18.2,7	—3,1	$\frac{1}{2}$ (4835 Paris + 1842 Yarnall).
2.	»	»	+3,92	»	—3,1	Id.
3.	»	»	+3,92	»	—3,0	Id.
4.	»	»	+3,92	»	—3,0	Id.
5.	»	»	+3,92	»	—3,0	Id.
6.	»	»	+3,91	»	—2,8	Id.
7.	»	»	+3,91	»	—2,8	Id.
8.	»	»	+3,91	»	—2,8	Id.
9.	8,9	3.54.1,67	+4,26	59.50.25,0	—4,9	1499 Leyde.
10.	»	»	+4,27	»	—5,0	Id.
11.	»	»	+4,28	»	—5,1	Id.
12.	»	»	+4,29	»	—5,2	Id.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

195

Gr.	Moy. 1903.0.	Réd. auj.	Moy 1903.0.	Réd. auj.	Autorités.
9,4	^h 3.47.19,75	^s +4,29	60. 5.33,6	— 6,2	1895 Cambridge Engl.
"	"	+4,30	"	— 6,3	Id.
"	"	+4,30	"	— 6,4	Id.
"	"	+4,31	"	— 6,4	Id.
9	3.38. 5,87	+4,27	60.44.19,7	— 7,8	1814 Cambridge Engl.
"	"	+4,27	"	— 7,8	Id.
"	"	+4,27	"	— 8,0	Id.
"	"	+4,27	"	— 8,1	Id.
7,1	3.30.50,78	+4,22	61. 5.27,2	— 8,9	1753 Cambridge Engl.
"	"	+4,22	"	— 8,9	Id.
"	"	+4,22	"	— 8,9	Id.
"	"	+4,22	"	— 9,0	Id.
9,5	3.26.30,09	+4,14	61.38.32,8	— 9,3	1728 Cambridge Engl.
"	"	+4,14	"	— 9,3	Id.
"	"	+4,13	"	— 9,3	Id.
9	6.31.15,43	+6,24	34.45.46,7	+10,7	7044 Arg. Oeltz.
"	"	+6,26	"	+10,8	Id.
8,9	1.32.46,50	+2,90	102.55.29,2	— 9,7	519 W ₁ 1 h.
"	"	+2,89	"	— 9,4	Id.
"	"	+2,89	"	— 9,3	Id.
"	"	+2,88	"	— 9,2	Id.
9	1.36. 2,57	+2,87	102. 2.59,0	— 9,6	603 W ₁ 1 h.
8	1.34.17,86	+2,82	100.58.51,3	— 8,2	551 W ₁ 1 h.
"	"	+2,81	"	— 8,1	Id.
"	"	+2,80	"	— 8,0	Id.
7,8	1.35. 9,53	+2,79	100.27.30,3	— 7,9	575 W ₁ 1 h.
6,0	1.32.52,10	+2,77	99.53.27,1	— 8,0	785 Yarnall, 3 ^e éd.
"	"	+2,76	"	— 7,9	Id.
"	"	+2,75	"	— 7,8	Id.
"	"	+2,74	"	— 7,7	Id.
8	1.39. 8,16	+2,71	97.57.19,0	— 7,2	673 W ₁ 1 h.
7,8	23.31. 6,48	+2,21	99.17.27,3	—13,6	586 W ₁ 23 h.
9	23.28. 9,90	+2,19	99.53.33,4	—13,4	514 W ₁ 23 h.
9	23.34.20,72	+2,20	100.30.34,0	—12,9	650 W ₁ 23 h.



REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n^{os} 3933-3945.

Lindemann. — Sur une nouvelle forme d'équatorial (3935).

On sait que les nombreux inconvénients que présente l'équatorial ordinaire sont, en grande partie, évités par l'emploi de l'équatorial coudé que l'on doit à M. Lœwy. L'oculaire de cet équatorial reste immobile à l'extrémité supérieure d'un tube parallèle à l'axe du monde, autour duquel tourne un bras qui porte l'objectif et deux miroirs inclinés à 45° , l'un en avant de l'objectif, l'autre placé au coude. Aujourd'hui, M. Lindemann propose un autre système, qu'il a déjà réalisé en petit, et qu'il croit destiné à rendre également de bons services. Ici, l'oculaire est muni d'un prisme et fixé à l'extrémité inférieure du tube parallèle à l'axe du monde; il y a toujours les deux miroirs, inclinés à 45° , l'un à l'extrémité supérieure du tube, l'autre un peu en dehors du tube et en arrière de l'objectif, qui reçoit directement les rayons incidents. Les miroirs et l'objectif sont emboîtés dans deux capsules qui terminent le tube et qui remplacent le bras mobile. L'objectif pourrait d'ailleurs être placé dans le tube, ce qui augmenterait la stabilité de l'instrument. Les ateliers Zeiss, à Iéna, se chargeront de la construction de cet équatorial.

Schaeberle. — Sur les mouvements constatés dans la nébulosité qui entoure la *Nova* de Persée (3935).

Ces mouvements indiqueraient des vitesses démesurées, si la parallaxe de la *Nova* était aussi faible que l'on s'accorde à l'admettre. Mais les parallaxes des étoiles fixes sont peut-être faussées par une réfraction annuelle, agissant en sens contraire, et provoquée par l'existence d'un milieu réfringent ou d'une condensation de l'éther tout autour du Soleil. La question a été reprise, un peu plus tard, par M. Courvoisier (*Astr. Nach.*, n^o 3990), et nous aurons à y revenir.

Wolf (M.). — Cartes destinées à faciliter la recherche de quelques variables de la constellation d'Orion (3935).

Bianchi, Küstner. — L'étoile BD. + 23°, 813.

La position se rapporte à un groupe de quatre étoiles très faibles et très voisines.

Luther (W.). — Nouvelle variable 9, 1904 Orion.

Anderson (Th.) — Nouvelle variable 10, 1904 Licorne.

Berberich. — La planète 1898 DW.

Un nouveau calcul de l'orbite de cette planète a montré qu'elle ne saurait être identifiée avec 1903 NF, bien que les positions soient assez voisines, comme l'avait remarqué M. Dinwiddie.

Wolf (M.). — Nouvelles planètes de seconde récolte. (3935, 3938).

En examinant de vieux clichés, on a encore glané les planètes 1901 NK, 1901 NL, 1902 NM et 1902 NU.

Hartwig. — Les variables de la nébuleuse d'Orion (3936).

Pour les observer, il faut avoir une bonne carte, comme celle de Bond, qui en renferme au moins une partie.

Campos Rodrigues. — Observations des Léonides, en novembre 1903.

Bakhuyzen (H.-G. van de Sande). Quelques remarques sur les variations de la latitude (3937).

Dans le tome I des *Résultats du service international des Latitudes*, M. Albrecht a tenté de représenter les variations observées dans les six stations par la formule

$$x \cos \lambda + y \sin \lambda + z$$

qui contient un terme additionnel dont l'existence a été signalée par M. Kimura. Pour expliquer ce terme, on pourrait, avec S. Chandler, invoquer l'influence des parallaxes stellaires; mais il faudrait alors admettre une parallaxe moyenne de 0",13, qui paraît beaucoup trop grande. Il suffirait aussi de supposer un déplacement périodique du centre de gravité du globe suivant l'axe polaire, d'environ 3^m. En l'attri-

buant à la fonte des glaces, on trouve qu'il faudrait admettre la fonte annuelle de 3 millions de kilomètres cubes de glace, qui exigerait une quantité de chaleur bien supérieure à celle que nous envoie le Soleil; mais peut-être existe-t-il une autre cause de cette oscillation du centre de gravité. (Voir *Bull. T. XXI*, p. 35). On pourrait enfin songer à une erreur systématique des réfractions employées.

M. Bakhuyzen a examiné, à ce point de vue, les observations faites à Leyde, avec une lunette zénithale de Wanschaff, depuis 1899. Les courbes des années 1900, 1901 et 1902 donnent, pour le terme désigné par α , des valeurs qui ne ressemblent guère à celles trouvées par M. Albrecht : l'amplitude est plus forte, et les phases sont très différentes. Ce résultat contredit l'hypothèse d'une oscillation du centre de gravité. L'influence d'erreurs instrumentales qui dépendent de la température (variations du tour de la vis, etc.) ne paraît pas davantage démontrée. Resterait l'hypothèse d'anomalies de la réfraction, causées par une variation annuelle de l'inclinaison des couches d'égale densité, quoique, à vrai dire, la situation et l'installation des stations internationales paraissent de nature à écarter cette hypothèse. Il faudra sans doute encore beaucoup de recherches délicates et minutieuses pour démêler la vraie cause des variations dont il s'agit ici, lesquelles, ne l'oublions pas, s'élèvent seulement à quelques centièmes de seconde.

Stræmgren (E.). — Sur les perturbations mutuelles de deux petites planètes très voisines. (3938).

Il y a quelque temps, à propos d'un rapprochement prévu entre une comète et Mercure, M. Stræmgren avait, à l'exemple de Laplace, proposé d'exprimer les coordonnées relatives des deux astres en fonctions linéaires du temps t , et d'intégrer directement les équations différentielles, ainsi simplifiées (voir *Bulletin*, t. XX, p. 178). Le rapprochement signalé entre les planètes Siegena et Vincentina a de nouveau attiré son attention sur les cas de proximité d'astres de masse très faible. Lorsqu'il s'agit de deux planètes, la conjonction ne peut être de courte durée, comme dans le cas d'une comète qui traverse la sphère d'action d'une planète; on ne peut plus se contenter de la première puissance de t , et la solution du problème devient plus compliquée. M. Stræmgren a traité le cas des planètes Siegena et Vincentina (proximité 0,048), en attribuant à la première la masse principale (on trouve les masses dans le Tableau de Bauschinger). Les perturbations qu'elle a pu exercer sur Vincentina sont très faibles et tout à fait négligeables. Mais il pourrait évidemment se présenter des cas où les perturbations mutuelles deviendraient sensibles, et M. Stræmgren en examine quelques-uns.

Palisa (J.). — Projet de Cartes célestes nouvelles, destinées à faciliter l'observation des petites planètes. (3938).

L'emploi de la Photographie a singulièrement simplifié la recherche et la surveillance ultérieure des planètes nouvelles. Il arrive néanmoins assez souvent qu'elles sont perdues, faute d'éléments suffisants pour les retrouver. Cela tient, en grande partie, au retard de la publication des découvertes, retard inévitable avec le nouveau procédé, et au peu de précision des premières données. Ajoutons que les planètes découvertes à l'aide de la Photographie sont quelquefois trop faibles pour être aperçues avec les lunettes de nos observatoires. Il faut alors recourir à de nouvelles recherches photographiques, plus longues et plus dispendieuses que n'eût été l'observation directe. On ne peut guère citer que trois ou quatre observatoires qui se donnent encore la peine de poursuivre les planètes nouvellement découvertes. Pour remédier à cet état de choses, il faudrait, avant tout, se préoccuper d'avoir des Cartes célestes vraiment commodes et appropriées à l'usage dont il s'agit ici. Les feuilles de la Carte photographique du ciel, que M. Palisa a eues entre les mains, sont d'un format beaucoup trop grand : il faudrait des cartes pas plus grandes que la moitié ou le quart d'une carte de Chacornac. On devrait aussi se contenter de l'échelle de Chacornac, et enfin supprimer le réseau, qui est plutôt gênant. Il suffirait de publier d'abord une zone de 10° couvrant l'écliptique. On l'obtiendrait directement par la Photographie, mais par des procédés plus sommaires que ceux qui sont employés pour la grande Carte du ciel; on pourrait alors l'avoir en dix ans.

Anding. — Sur la signification des éléments de Schœnfeld, utilisés pour la correction des orbites (3938).

Voir *Bulletin*, t. XXI, p. 402.

Wolf (M.). — Nouvelles variables, 11, 1904 Orion; 12, 1904 Gémeaux, 13, 1904 Lion.

Witt (G.). — Tables pour le calcul des intégrales elliptiques complètes de première et de seconde espèce (3939-3940).

Les Tables que l'on possède déjà sont incommodes, à cause des intervalles trop grands pour l'interpolation. Les petites Tables auxiliaires de M. Witt, qui reposent sur une modification des formules fournies par la

transformation de Landen, serviront à trouver la valeur des intégrales en question par un calcul très rapide.

Strehl (K.). — Quelques applications de la théorie de la diffraction (3940).

M. Strehl s'occupe, en premier lieu, des Canaux de Mars. On connaît les expériences qui ont été entreprises par MM. Evans et Maunder pour éprouver la réalité des fameux Canaux (voir *Bulletin*, t. XXI, p. 333). M. Strehl rappelle, à ce sujet, les erreurs de vision qui résultent de l'astigmatisme lorsqu'on regarde deux taches noires sur fond blanc, et qui ont pour cause un effet de diffraction. Il appuie ensuite, par des calculs fondés sur la théorie de la diffraction, les faits notés par M. Antoniadi (*Bulletin*, t. XXIII, p. 100). D'autres remarques concernent les mesures du diamètre de Neptune, et les phénomènes que présentent les occultations d'étoiles par une planète.

Denning. — Trajectoires réelles de météores observés en Angleterre, au mois de novembre 1903. (3940).

Osthoff. — Observations concernant le rapport qui existe entre la couleur et l'éclat des étoiles. (3940).

M. Osthoff a cherché à déterminer, par de nombreuses expériences, le changement de teinte qui résulte d'un affaiblissement donné de l'éclat d'une étoile. Il a fait usage de diaphragmes, en forme de secteurs, qui amenaient une diminution d'éclat de 1 ou 2 grandeurs. On n'a examiné que des étoiles des cinq premières grandeurs. En moyenne la teinte des étoiles a été rabattue de 0^s,60 et de 1^s,03 de l'échelle adoptée par M. Osthoff (voir *Bulletin*, t. XVIII, p. 316).

Osthoff. — Sur les variations de couleur des étoiles. (3940).

M. Osthoff a continué ses observations concernant le changement de teinte des étoiles variables (*Bulletin*, t. XVIII, p. 318). Ces changements sont probablement, en grande partie, un effet de nature physiologique.

Clemens. — Variabilité du compagnon de la Polaire, 18, 1903 Petite Ourse.

Ceraski. — Nouvelle variable 14, 1904 Cygne.

Berberich. — Éphéméride de la comète Wolf (1884 III).

Le retour de 1904 ne pourra guère être observé.

Graff. — Sur les variations d'éclat de V Grande Ourse. (3941).

La période doit être de 201 ou 202 jours. Cette variable, qui appartient au type d'Algol, offre d'ailleurs des particularités curieuses et mériterait une étude suivie.

Eginitis. — Radiants observés à Athènes, en 1902. (3941).

On a pu déterminer 48 radiants, dont la plupart se retrouvent dans le Catalogue Denning.

Hagen (J.-G.). — Observations photométriques de la *Nova* de Persée.

Osten. — Éphéméride d'opposition de la planète (502).

Brooks. — Découverte d'une nouvelle comète, 1904 a. (3941, 3943, 3946).

Elle a été trouvée le 16 avril 1904. Le même jour, M. L. Rudaux l'avait photographiée à Donville. On a constaté ensuite qu'à l'observatoire Harvard elle avait été déjà photographiée cinq fois depuis le 11 mars. MM. Curtiss, Fayet, Ebell, Nijland, Stræmgren en ont donné des éléments.

Oertel (K.). — Sur le micromètre à enregistrement impersonnel de Repsold. (3942-3943).

A l'observatoire de Munich, un grand nombre d'étoiles zénithales ont été observées, de 1894 à 1898, au cercle méridien de Repsold, d'abord par M. Bauschinger, ensuite par M. Oertel. On a toujours fait usage du micromètre enregistreur, dont le fil mobile est maintenu en contact avec l'étoile. L'observateur se charge de manœuvrer le fil (M. Oertel n'est pas partisan de l'emploi d'un mouvement d'horlogerie, qui a été tenté à Königsberg). Le micromètre de Repsold supprime l'équation personnelle, aussi bien que l'influence de la grandeur des étoiles, comme l'ont montré des expériences faites avec soin. On s'est encore assuré qu'il n'existait pas de différence appréciable entre les ascensions droites observées dans les deux positions de la lunette. En somme, l'erreur

moyenne d'une ascension droite est donnée par la formule

$$\pm 0^{\circ},024.\text{séc}\delta,$$

et l'on peut admettre que les ascensions droites de 208 fondamentales, contenues dans le Tableau qui termine le Mémoire de M. Oertel, jouissent d'un haut degré de précision. En les comparant aux ascensions droites du Catalogue Auwers, on constate que ces dernières sont affectées de petites erreurs dépendant de la grandeur stellaire. M. Oertel établit encore finalement l'existence d'une petite erreur systématique $\Delta\alpha$ qui dépend de la déclinaison, et qui doit être mise à la charge du Catalogue Auwers, comme le démontrent les Tables de corrections que M. Auwers lui-même a publiées tout récemment.

Herz (N.). — L'influence des déviations de la verticale sur les résultats des déterminations de la pesanteur. (3943).

L'influence des déviations est très peu sensible.

Stratonoff. — La variable RX Lyre. (3943).

Cette variable, dont l'éclat paraît compris entre les grandeurs 12 et 17, se rencontre souvent sur les clichés, pris à Tachkent de 1895 à 1900. Sa période paraît être de 247 jours.

Esch. — Observations de la *Nova* de Persée, faites à Kalocsa.

Todd (David). — Remarques concernant la chambre zénithale suspendue de M. Schwarzschild. (3943).

M. Todd recommande certaines précautions qui en rendront l'usage encore plus commode; il pense que cet appareil est destiné à rendre de grands services.

Winkler. — Observations diverses, faites à Iéna.

Vogel (H.-C.). — Recherches sur le système binaire β Cocher. (3944).

M. Tikhoff est arrivé à cette conclusion que l'étoile double spectroscopique β Cocher doit se composer, en réalité, de deux couples assez semblables. M. Vogel conteste cette conclusion, en se fondant sur les clichés obtenus récemment par ses collaborateurs, MM. Eberhard et Lüdendorff. L'orbite de β Cocher est à très peu près circulaire, avec un temps de révolution de $3^{\text{d}}23^{\text{h}}2^{\text{m}}39^{\text{s}}$ (la période est de $3^{\text{d}}23^{\text{h}}2^{\text{m}}16^{\text{s}}$). Les

masses des deux composantes sont à peu près égales, leur distance est d'environ 12 millions de kilomètres. La vitesse radiale du système peut être évaluée à 20^{km} . Le dédoublement apparent de certaines lignes spectrales peut s'expliquer sans qu'on ait besoin d'admettre la présence de quatre corps formant deux couples. Les mesures connues de la vitesse radiale de β Cocher s'accordent assez bien avec le nombre obtenu par M. Vogel.

Hartwig. — Sur un minimum secondaire de la variable du type d'Algol UZ Cygne. (3944).

Bohlin. — Nouvelle variable 15, 1904 Gémeaux.

Ceraski. — Nouvelle variable 16, 1904 Persée.

Stanley Williams. — Nouvelle variable 17, 1904 Andromède.

Albrecht (Th.). — Résultats provisoires du service international des latitudes pour l'intervalle 1903,0-1904,0. (3945).

Nous reviendrons sur ce travail.

R. R.

LA VARIATION DES LATITUDES.

ALBRECHT (TH.). — PROVISORISCHE RESULTATE DES INTERNATIONALEN BREITENDIENSTES IN DER ZEIT VON 1903,0-1904,0 (*Astr. Nachr.*, 3945, mai 1904); 1904,0-1905,0 (*Astr. Nachr.*, 4017, mai 1905).

FÖRSTER (G.). — GEWICHTE DER BEOBSICHTUNGEN AUF DEN SECHS INTERNATIONALEN POLHOHENSTATIONEN (*Astr. Nachr.*, 4045, septembre 1905).

KIMURA (H.). — ON THE SIX YEARS' CYCLE OF THE POLAR MOTION DURING THE INTERVAL 1891-1902 (*Astr. Nachr.*, 3932, février 1904). ON THE PERIOD OF THE $14\frac{1}{2}$ MONTHS' TERM (*Astr. Nachr.*, 3981, novembre 1904).

KIMURA (H.). — RESULTS OF THE LATITUDE DETERMINATIONS FROM THE FOUR GROUPS OBSERVATIONS ON A NIGHT (*Astr. Nachr.*, 4040-4041, août 1905).

BAKHUYZEN (H.-G. VAN DE SANDE). — EINIGE BEMERKUNGEN ÜBER DIE AENDERUNG DER POLHOHE (*Astr. Nachr.*, 3937, mars 1904).

Les résultats de la première campagne du Service international des latitudes ont été publiés par M. Th. Albrecht en 1903 (voir *Bull.*, t. XX,

p. 259). Les six stations, échelonnées le long du parallèle de 39° , continuent de travailler d'après un plan concerté d'avance et avec des instruments à peu près identiques. La méthode employée est toujours celle de Horrebow (Talcott); la lunette zénithale est munie de deux niveaux parallèles qui se contrôlent mutuellement, car on ne saurait prendre trop de précautions contre les caprices des niveaux. On observe généralement deux groupes de six couples d'étoiles par nuit. Le nombre de ces groupes, choisis avec soin, est de douze.

M. Albrecht a fait connaître, par deux Notes sommaires, les résultats provisoires des observations recueillies dans le cours des années 1903 et 1904, et qui ont été discutées par MM. Wanach et G. Förster. En 1903, l'amplitude des variations paraît avoir atteint son maximum, car en 1904 on la voit déjà décroître un peu. La polhodie est toujours une spirale, approximativement circulaire, dont les spires ont commencé à se resserrer. Les variations de latitude sont représentées par la formule

$$x \cos \lambda + y \sin \lambda + z,$$

où figure le terme annuel z , indépendant de la longitude λ , qui a été découvert par M. Kimura. Pour se faire une idée de la nature de ce terme il faut considérer le Tableau suivant, qui en donne les valeurs de dixième en dixième d'année.

Valeurs de z .

	1900.	1901.	1902.	1903.	1904.
0.....	+0,028	+0,062	+0,025	+0,036	+0,059
1.....	+0,021	+0,055	+0,013	+0,046	+0,056
2.....	+0,008	+0,022	-0,003	+0,029	+0,027
3.....	-0,014	-0,005	-0,024	+0,013	0,000
4.....	-0,029	-0,026	-0,043	-0,012	-0,014
5.....	-0,033	-0,036	-0,053	-0,029	-0,015
6.....	-0,025	-0,032	-0,046	-0,022	-0,007
7.....	-0,008	-0,016	-0,022	-0,005	+0,001
8.....	+0,019	+0,007	+0,008	+0,022	+0,019
9.....	+0,017	+0,025	+0,023	+0,043	+0,047

On voit qu'il s'agit toujours de centièmes de seconde, et il est instructif de constater que les valeurs moyennes des latitudes varient elles-mêmes parfois de quantités du même ordre, d'une année à l'autre, comme le montre le Tableau suivant :

Valeurs moyennes annuelles des latitudes (39°8' +).

	1900-01.	1902.	1903.	1904.
Mizusawa.....	3,62	3,64	3,62	3,62
Tchardjui.....	10,67	10,66	10,69	10,66
Carloforte.....	8,93	8,93	8,91	8,94
Gaithersburg.....	13,20	13,21	13,18	13,14
Cincinnati.....	19,31	19,33	19,34	19,36
Ukiah.....	12,07	12,04	12,06	12,07

Des écarts de 5 ou 6 centièmes de seconde entre les moyennes annuelles, et un terme à période annuelle, dont l'amplitude est souvent inférieure à ces écarts! Il est vrai que ce ne sont encore que des résultats provisoires, et que le dernier mot n'est pas dit. En attendant, M. G. Förster a tenté de déterminer, par une discussion approfondie, les poids relatifs qu'il convient d'attribuer aux six stations internationales, et voici les nombres auxquels il s'arrête :

Mizusawa.....	1,3	Gaithersburg.....	0,9
Tchardjui.....	0,65	Cincinnati.....	0,8
Carloforte.....	0,8	Ukiah.....	1,05

La station japonaise de Mizusawa l'emporte, par la qualité des observations, sur toutes les autres. Ajoutons que l'observatoire de Tokyo fournit, chaque année, son contingent d'observations qui s'accordent parfaitement avec celles de Mizusawa. L'observatoire de Leyde continue, lui aussi, de noter les variations de la latitude.

Au commencement de 1903, M. Kimura a entrepris, à Mizusawa, avec l'aide de M. Nakano, une série d'observations plus étendue que celle que demandait le Service international. Pendant une année entière, on a observé, non plus deux, mais quatre groupes de six couples par nuit; en été il a fallu quelquefois se borner à trois groupes. La discussion de ces matériaux a montré qu'il n'existait aucune différence systématique entre les résultats tirés des observations de deux groupes et ceux déduits de quatre groupes. La même série a, subsidiairement, fourni la preuve qu'il n'y a pas de variation diurne de la latitude, du moins pas de variation appréciable. (*Astr. Nachr.*, 4040-41.)

Dans deux Notes antérieures (*Astr. Nachr.*, 3932, 3981), M. Kimura s'occupe de la période du terme principal de la variation, que l'on supposait être d'environ 14 mois, et qu'il porte à 14 $\frac{1}{2}$. Il a constaté, en effet, que les courbes indiquent nettement une période de 6 ans, qui doit correspondre à cinq périodes du terme principal en même temps qu'à

six du terme annuel; la valeur de la période cherchée serait donc de $1^a,2 = 438^d$. Une étude plus minutieuse a montré que le cycle de 6 ans est en réalité de $5^a,98$, ce qui donne, pour la période en question, 436 ou 437 jours (au lieu de 428 ou 430).

M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen, dans un article très intéressant (*Astr. Nachr.*, 3937), passe en revue les hypothèses qui ont été mises en avant pour expliquer l'origine du terme énigmatique, découvert par Kimura. On sait que Chandler a montré que ce terme pourrait s'expliquer en admettant une parallaxe stellaire moyenne de $0^s,13$; mais cette parallaxe a paru beaucoup trop forte pour qu'on puisse s'y arrêter. Est-il possible d'invoquer une oscillation annuelle du centre de gravité du globe terrestre suivant l'axe polaire? En adoptant pour le terme en question (z) une amplitude de $0^s,04$, le déplacement périodique du centre de gravité devrait avoir une amplitude de $1^m,5$; l'écart total serait de 3^m . On pourrait songer à l'attribuer à la fonte des glaces polaires; mais il faudrait alors supposer que la fonte enlève chaque année 3 millions de kilomètres cubes de glace, soit une couche de 1^{km} d'épaisseur, couvrant une calotte de 9° de rayon. La chaleur que nous envoie le Soleil serait insuffisante pour produire cet effet. Il est vrai qu'on pourrait trouver d'autres causes d'une pareille oscillation. Telle est celle qui a été indiquée par M. R. Schumann (*Astr. Nachr.*, 3877; *Bull.*, t. XXI, p. 35). On s'est aussi demandé si toutes ces variations sont réelles, ou si elles sont dues, au moins en partie, à des erreurs instrumentales ou à l'influence d'anomalies de la réfraction.

Les observations qui ont été faites à Leyde, depuis 1899, avec une lunette zénithale de Wanschaff, pouvaient être interrogées avec profit pour élucider cette question. On a donc cherché à déterminer la valeur de z pour les trois années 1900, 1901 et 1902. Mais les nombres que M. Bakhuyzen a trouvés pour Leyde ne ressemblent guère à ceux que M. Albrecht donne pour l'ensemble des stations internationales; les amplitudes, et surtout les phases, sont très différentes. Mais ce désaccord, lorsqu'il s'agit de mesures aussi délicates et qui touchent presque à la limite de l'observable, n'a vraiment rien d'inattendu; c'est le parfait accord qui nous eût laissé sceptique.

Parmi les erreurs instrumentales qui pourraient occasionner des variations apparentes de la latitude, M. Kimura a signalé celles qui proviennent de l'influence de la température sur les micromètres (*Astr. Journal*, t. XXIII; *Bull.*, t. XXI, p. 398). Mais les observations de Leyde, examinées à ce point de vue, ne paraissent pas confirmer l'existence d'erreurs de cette origine.

Resteraient les anomalies de la réfraction, causées par une inclinaison variable des couches réfringentes d'égale densité. Cette inclinaison est

certainement sujette à de faibles variations locales suivant l'état de l'atmosphère; il y a aussi les troubles qui résultent de l'inégalité des températures à l'extérieur et à l'intérieur de la salle, comme l'ont démontré les recherches de MM. Faye (*C. R.*, t. XXI), Bakhuyzen (*Astr. Nachr.*, 4720), Nyrén (*Astr. Nachr.*, 3138; *Bull.*, t. X, p. 116), R. Schumann (*Astr. Nachr.*, 3363; *Bull.*, t. XIII, p. 414), et dont il est question dans le Rapport annuel de l'Institut géodésique (1893-1894, p. 7). Mais comment supposer que ces variations soient les mêmes pour les six stations, situées sous des climats si divers? Il semble d'ailleurs que l'installation judicieuse de ces stations les mette à l'abri d'anomalies de cette nature.

Il serait, croyons-nous, urgent d'entreprendre des observations méthodiques en vue d'une étude simultanée des réfractions astronomiques et de l'état des couches supérieures de l'atmosphère, comme l'amiral Mouchez avait projeté de le faire à l'Observatoire de Paris, en 1882, à l'aide d'un ballon captif. Les recherches que d'habiles astronomes ont effectuées, dans ces derniers temps, pour déterminer d'une manière plus exacte les constantes qui entrent dans l'expression théorique de la réfraction, auraient pu nous renseigner complètement sur cette question, si l'on s'était préoccupé de connaître la distribution des températures et des pressions dans le plan du méridien jusqu'à une certaine hauteur. Il aurait suffi d'installer, à cet effet, quelques appareils enregistreurs.

Il faut encore mentionner une autre explication du terme de Kimura, qui a été proposée tout récemment. M. Courvoisier, reprenant une idée déjà émise par M. Schaeberle, a fait remarquer que l'existence d'un milieu matériel, ou d'une condensation de l'éther, dans les régions circum-solaires entraînerait une réfraction annuelle analogue à la parallaxe annuelle des étoiles fixes, où le point opposé au Soleil jouerait le rôle de zénith (*Astr. Nachr.*, 3990-91). Or, cette réfraction tendrait à diminuer la parallaxe. On pourrait donc admettre que la parallaxe moyenne de $0''{,}13$, qui serait nécessaire pour rendre compte du terme de Kimura, se trouve réduite par la réfraction annuelle à $0''{,}02$, valeur apparente de la parallaxe des étoiles de latitude, d'après Kapteyn. Il ne resterait dès lors qu'à démontrer, par d'autres preuves plus directes, la réalité de la réfraction annuelle des fixes; et c'est à quoi s'est attaché M. Courvoisier. Ses conclusions ont été contestées par M. Pannekæk, et il s'en est ensuivi une polémique par laquelle la nouvelle hypothèse a été fortement ébranlée (*Astr. Nachr.*, 4008, 4012, 4024, 4031). Voir aussi la Note de M. Harzer sur la réfraction cosmique (*Astr. Nachr.*, 4025).

Dans une Note très courte (*Astr. Nachr.*, 3981), M. W. de Sitter a encore attiré l'attention sur un petit terme annuel qui résulterait de l'attraction luni-solaire et qui, en se combinant avec le terme fourni

par une parallaxe de $0'',02$, donnerait lieu à une amplitude de $0'',017$ qui représente environ la moitié du terme de Kimura.

Les questions qui se rattachent au problème de la variation des latitudes sont multiples et complexes, et elles ne sont pas près d'être résolues. Il faut bien dire aussi que l'assurance avec laquelle on discute maintenant les millièmes de seconde ne laisse pas d'avoir quelque chose d'inquiétant.

On peut espérer que les nouvelles stations internationales de l'hémisphère austral, dont la création a été décidée, fourniront bientôt leur contingent d'observations, qui permettra d'élucider plus d'un point obscur. Deux de ces stations, situées sur le parallèle de $-31^{\circ}55'$, devaient commencer à fonctionner au mois de janvier 1906; ce sont les stations de Bayswater, dans l'Australie occidentale (long. $-115^{\circ}54',5$), et d'Oncativo, dans l'Argentine (long. $63^{\circ}42'$), confiées l'une à M. Curt Hessen et l'autre à M. Luigi Carnera.

R. R.

INTERNATIONAL CATALOGUE OF SCIENTIFIC LITERATURE.

Cette œuvre très utile a été entreprise par la Société Royale de Londres avec le concours de la plupart des gouvernements étrangers.

Signalons l'apparition du Volume relatif à l'Astronomie, pour la troisième année.

Tous les Ouvrages ou simples articles qui ont paru en librairie ou dans les différents journaux scientifiques européens ou américains, depuis mai 1903 jusqu'en avril 1904, s'y trouvent signalés.

On les trouve d'abord catalogués d'après les noms de leurs auteurs rangés dans l'ordre alphabétique.

On les retrouve ensuite, classés par ordre de matière, en suivant une classification très complète et très commode.

Un même article peut se retrouver plusieurs fois dans ce Catalogue par ordre de matières s'il se rapporte à plusieurs sujets différents.

Les recherches se trouvent ainsi singulièrement facilitées, et rien n'est plus aisé que de retrouver tout ce qui a été écrit dans l'année sur un sujet donné.

Le Volume a environ 300 pages, le prix est de 21 shillings; il est en vente chez Gauthier-Villars qui a le privilège pour la France.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

UNE SIMPLE MÉTHODE POUR LE CALCUL D'UNE ORBITE ELLIPTIQUE PAR TROIS OBSERVATIONS ⁽¹⁾;

PAR M. W. EBERT.

La plus grande partie des méthodes employées encore aujourd'hui pour la détermination des orbites elliptiques par trois observations reposent sur cette idée de Gauss de commencer par déterminer le rayon vecteur de la planète à l'époque de la deuxième observation, ou encore l'angle à la planète dans le triangle terre-planète-soleil à ce moment.

La plus perfectionnée de ces méthodes est celle d'Encke exposée avec des modifications de MM. Tietjen et Foerster dans l'appendice du *Berliner Jahrbuch* 1879.

Mais, malgré les nombreuses améliorations depuis Gauss, ces méthodes ne semblent pas entièrement suffire aux besoins de la pratique actuelle, et l'on a par conséquent commencé à développer des méthodes, dans lesquelles on tient compte dans la première approximation des dérivées du second rayon vecteur d'après le temps. Or avec le nombre croissant des termes on est arrivé à des méthodes pratiquement inutilisables. Je me propose de montrer ici comment on peut sensiblement augmenter l'exactitude, sans sacrifier l'idée fondamentale de Gauss, qui mène à une équation à une inconnue si facile à résoudre.

Soient t_1 , t_2 et t_3 les temps des trois observations. Nous posons :

$$(1) \quad \begin{cases} t_2 - t_1 = \tau_1, & t_3 - t_2 = \tau_2, & t_3 - t_1 = \tau = \tau_1 + \tau_2, \\ \mathfrak{Z}_1 = k\tau_1, & \mathfrak{Z}_2 = k\tau_2, & \mathfrak{Z} = k\tau = \mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_2. \end{cases}$$

Les $\mathfrak{Z}$ sont donc les temps intermédiaires, comptés en unités de temps de Laplace.

Nous considérons les développements des coordonnées héliocentriques des lieux extérieurs d'après les puissances des temps intermédiaires, les coefficients desquels sont des fonctions des coordonnées et des vitesses au second lieu.

⁽¹⁾ Voir à ce sujet aussi : *Denkschriften der Wiener Academie*. Bd. LXXVIII, p. 643-684.

On a pour une direction quelconque :

$$(2) \quad \begin{cases} z_1 = z_2 - \mathfrak{Z}_3 z'_2 + \frac{\mathfrak{Z}_3^2}{2} z''_2 - \frac{\mathfrak{Z}_3^3}{6} z'''_2 + \frac{\mathfrak{Z}_3^4}{24} z^{IV}_2 - \frac{\mathfrak{Z}_3^5}{120} z^V_2 \dots, \\ z_3 = z_2 + \mathfrak{Z}_1 z'_2 + \frac{\mathfrak{Z}_1^2}{2} z''_2 + \frac{\mathfrak{Z}_1^3}{6} z'''_2 + \frac{\mathfrak{Z}_1^4}{24} z^{IV}_2 + \frac{\mathfrak{Z}_1^5}{120} z^V_2 \dots, \end{cases}$$

où

$$(2') \quad \begin{cases} z'_2 = \frac{dz_2}{d\mathfrak{Z}} = \frac{1}{k} \frac{dz_2}{dt}, & z''_2 = \frac{d^2 z_2}{d\mathfrak{Z}^2} = -\frac{z_1}{r_2^2} \\ z'''_2 = -\frac{z'_2}{r_2^3} + 3 z_2 X, & z^{IV}_2 = \frac{z_2}{r_2^6} + 6 z'_2 X + 3 z_2 \Psi, & z^V_2 = \frac{z'_2}{r_2^6}, \dots \end{cases}$$

Dans ces formules, X et Ψ sont

$$(3) \quad \begin{cases} X = \frac{1}{r_2^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{dr_2}{d\mathfrak{Z}} \right) = \frac{e \sin v_2}{r_2^{\frac{1}{2}} \sqrt{p}}, \\ \Psi = \frac{1}{r_2^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{d^2 r_2}{d\mathfrak{Z}^2} \right) - \frac{4}{r_2^{\frac{5}{2}}} \left(\frac{dr_2}{d\mathfrak{Z}} \right)^2 = \frac{e \cos v_2}{r_2^{\frac{5}{2}}} - \frac{4 e^2 \sin^2 v_2}{p r_2^{\frac{5}{2}}}. \end{cases}$$

Dans ces équations, r_2 et v_2 représentent le rayon vecteur et l'anomalie vraie de la deuxième observation, e et p l'excentricité et le paramètre de l'orbite.

Nous multiplions la première des équations (2) par $\mathfrak{Z}_1$, la deuxième par $\mathfrak{Z}_3$, ajoutons et divisons par $\mathfrak{Z} = \mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_3$.

On trouve en négligeant les troisièmes puissances des temps intermédiaires

$$(4) \quad \frac{z_1 \mathfrak{Z}_1}{\mathfrak{Z}} + \frac{z_3 \mathfrak{Z}_3}{\mathfrak{Z}} = z_2 \left(1 - \frac{\mathfrak{Z}_1 \mathfrak{Z}_3}{2 r_2^{\frac{3}{2}}} \right).$$

De cette équation on peut facilement déduire le principe d'Olbers en choisissant la direction des z perpendiculaire au plus grand cercle, passant par les deuxième lieux d'une comète et du Soleil.

Elle peut de même fournir l'équation fondamentale pour la détermination des orbites elliptiques, en choisissant la direction des z perpendiculaire au plus grand cercle passant par la première et la troisième observation de la planète.

Nous désignons par Z_1 , Z_2 et Z_3 les coordonnées géocentriques du Soleil dans cette direction et par h_2 la distance sphérique de la seconde position de la planète de ce plus grand cercle, comptée positive dans le sens croissant des z .

Si nous désignons de plus les coordonnées géocentriques correspondantes de la planète par ζ_1, ζ_2 et ζ_3 on a, d'une façon générale,

$$(5) \quad \zeta_1 = z_1 + Z_1, \quad \zeta_2 = z_2 + Z_2, \quad \zeta_3 = z_3 + Z_3.$$

Mais, étant donnée la définition de la direction des z , on a

$$(6) \quad \zeta_1 = \zeta_3 = 0, \quad \zeta_2 = \rho_2 \sin h_2,$$

ρ_2 étant la distance géocentrique de la planète à la seconde observation.

De (5) et (6) il résulte

$$(7) \quad z_1 = -Z_1, \quad z_3 = -Z_3, \quad z_2 = -Z_2 + \rho_2 \sin h_2,$$

ou, porté en (4),

$$(8) \quad \frac{Z_1 \vartheta_1}{\vartheta} + \frac{Z_3 \vartheta_3}{\vartheta} = (Z_2 - \rho_2 \sin h_2) \left(1 - \frac{\vartheta_1 \vartheta_3}{2 r_2^2} \right);$$

cette équation ne contient que les inconnues ρ_2 et r_2 , les coordonnées géocentriques du Soleil dans la direction Z et h_2 pouvant être regardées comme connues. À côté de (8) on a encore la relation suivante entre r_2 et ρ_2 :

$$(9) \quad r_2^2 = R_1^2 + \rho_2^2 - 2 R_1 \rho_2 \cos \psi,$$

ψ étant l'angle connu à la Terre pour l'époque de la seconde observation.

De (8) et (9) on pourrait tirer ρ_2 et r_2 .

Mais il est préférable d'introduire avec Gauss au lieu de ces deux inconnues l'angle χ à la planète. On a alors

$$(10) \quad r_2 = \frac{R_1 \sin \psi}{\sin \chi}, \quad \rho_2 = \frac{R_1 \sin(\chi + \psi)}{\sin \chi}.$$

En portant ces valeurs dans (8), on obtiendrait une équation de la forme suivante :

$$(8') \quad \sin(\chi - C'') = h'' \sin^3 \chi \sin(\chi - A''),$$

h'', C'' et A'' étant des fonctions des quantités connues Z_1, Z_2, Z_3, h_2, ψ et des temps intermédiaires. En partant de (8'), on ne peut arriver à la forme de Gauss qu'en posant $A'' = 0$.

Or, il est facile de se rendre compte que A'' est du second

ordre des temps intermédiaires et l'on sait que la méthode de Gauss néglige en effet déjà des termes de cet ordre. (8') est facile à résoudre. D'un autre côté, connaissant χ par (8') et p_2 par (10), on connaît le second lieu héliocentrique.

En se servant des autres données de l'observation, il serait alors facile d'obtenir les deux lieux héliocentriques extérieurs, en étendant les équations (4) à toutes les directions de coordonnées.

On pourrait donc déjà s'arrêter ici. Mais regardons d'abord l'erreur de l'équation (4). En tenant compte dans le second membre de z_2''' on trouve plus rigoureusement :

$$(4') \quad \frac{z_1 \mathfrak{S}_1}{\mathfrak{S}} + \frac{z_2 \mathfrak{S}_2}{\mathfrak{S}} = z_2 \left(1 - \frac{\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2}{2r_2^2} \right) - \frac{z_2'' \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2 (\mathfrak{S}_2 - \mathfrak{S}_1)}{6},$$

où

$$z_2''' = -\frac{z_2'}{r_2^2} + \frac{3z_2 e \sin v_2}{r_2^2 \sqrt{p}}$$

[voir (2') et (3)].

Le second terme de z_2''' disparaît avec e .

Par conséquent il est *a priori* probable qu'il est avantageux de tenir compte du premier terme en z_2''' , tout en négligeant le second.

Le maximum que peut atteindre z_2' est à des termes du premier ordre des excentricités près

$$z_2' = r_2 \frac{dv_2}{d\mathfrak{S}} = \frac{\sqrt{p}}{r_2},$$

d'où résulte toujours avec la même précision, pour le maximum du premier terme en z_2''' ,

$$(z_2''')_I = \frac{1}{r_2^{\frac{3}{2}}},$$

tandis que le maximum du second terme en z_2''' est avec la même exactitude

$$(z_2''')_{II} = \frac{3e \sin v_2}{r_2^{\frac{3}{2}}}.$$

Donc seulement, si $e = \frac{1}{3}$ le maximum du second terme en z_2''' peut atteindre celui du premier terme, et cela encore en supposant $v = 90^\circ$ ou bien $v = 270^\circ$. Or les petites planètes sont en général découvertes près du périhélie.

On a donc les raisons les plus sérieuses de tenir compte du premier terme en z_2'' , tout en négligeant le second.

Par un raisonnement analogue mais un peu plus compliqué on trouve que le maximum du second terme en z_2'' peut atteindre celui du premier pour $e = \frac{1}{6}$.

Cela gagne de l'importance par le fait que dans une équation d'élimination comme (4) les troisièmes puissances sautent pour des temps égaux [voir aussi (4')]. Donc, tout en n'éliminant pas exactement le premier terme en z_2'' , il est important de l'affaiblir autant que possible, surtout vu les cas de petites excentricités.

En éliminant z_2' des deux équations (2), en tenant compte du premier terme en z_2'' , on trouve :

$$(11) \quad \frac{z_1 \mathfrak{S}_1}{\mathfrak{S}} \left(1 - \frac{\mathfrak{S}_1^2}{6r_1^2}\right) + \frac{z_3 \mathfrak{S}_3}{\mathfrak{S}} \left(1 - \frac{\mathfrak{S}_3^2}{6r_3^2}\right) = z_2 \left(1 - \frac{\mathfrak{S}_2^2}{6r_2^2}\right).$$

En introduisant de nouveau γ comme inconnue, comme nous l'avons fait précédemment, on retombe sur la forme (8').

Cette équation a donc l'importante propriété de pouvoir absorber des termes d'un ordre plus élevé, sans changer de forme.

(11) tient compte du terme principal en z_2'' .

Nous allons montrer comment on peut encore tenir compte d'une façon approximative du terme principal en z_2'' , tout en conservant (8').

Comme nous négligeons r_1' , r_2' , ..., l'équation (11) peut être obtenue d'une façon plus complète par la considération d'un mouvement circulaire avec le rayon r_2 .

On a, d'une façon générale,

$$(12^a) \quad z_1 r_1 r_3 \sin(\nu_3 - \nu_2) + z_3 r_1 r_2 \sin(\nu_2 - \nu_1) = z_2 r_1 r_3 \sin(\nu_3 - \nu_1).$$

Si le mouvement est circulaire, on a $r_1 = r_3 = r_2$,

$$\nu_2 - \nu_1 = \frac{\mathfrak{S}_3}{r_2^2}, \quad \nu_3 - \nu_2 = \frac{\mathfrak{S}_1}{r_2^2}, \quad \nu_3 - \nu_1 = \frac{\mathfrak{S}}{r_2^2}.$$

Par conséquent, on a alors à la place de (12 a)

$$(12) \quad z_1 \sin \frac{\mathfrak{S}_1}{r_2^2} + z_3 \sin \frac{\mathfrak{S}_3}{r_2^2} = z_2 \sin \frac{\mathfrak{S}}{r_2^2},$$

d'où il résulte, en développant les sinus jusqu'aux quatrièmes puissances,

$$(12^b) \quad \left\{ \begin{aligned} & \frac{s_1 \mathfrak{S}_1}{\mathfrak{S}} \left(1 - \frac{\mathfrak{S}_1^2}{6r_2^3} + \frac{\mathfrak{S}_1^4}{120r_2^6} \right) \\ & + \frac{s_3 \mathfrak{S}_3}{\mathfrak{S}} \left(1 - \frac{\mathfrak{S}_3^2}{6r_2^3} + \frac{\mathfrak{S}_3^4}{120r_2^6} \right) = s_2 \left(1 - \frac{\mathfrak{S}^2}{6r_2^3} + \frac{\mathfrak{S}^4}{120r_2^6} \right). \end{aligned} \right.$$

Cette équation diffère de (11) seulement par les quatrièmes puissances dans les parenthèses.

Ce sont donc elles qui éliminent le terme principal en s_2^{iv} .

Mais en partant de (12^b) on ne retomberait plus sur l'équation (8'), si avantageuse pour la détermination de l'angle γ .

Il est pourtant facile de ramener (12^b) approximativement à la forme (11) qui possède encore cette propriété.

Dans le cas des temps intermédiaires égaux, on a $\mathfrak{S}_3 = \mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S} = 2\mathfrak{S}_1$, et les quatrièmes puissances dans les parenthèses deviennent

$$\frac{\mathfrak{S}_1^4}{120r_2^6}, \quad \frac{\mathfrak{S}_1^4}{120r_2^6} \quad \text{et} \quad \frac{2\mathfrak{S}_1^4}{15r_2^6}.$$

Si ces termes étaient égaux entre eux, par exemple à $\frac{c\mathfrak{S}_1^4}{r_2^6}$, on pourrait diviser toute l'équation par $1 + \frac{c\mathfrak{S}_1^4}{r_2^6}$, ou, ce qui revient au même, on pourrait à des termes d'ordre supérieur près supprimer les quatrièmes puissances dans les parenthèses pour des temps intermédiaires égaux.

On en conclurait que l'équation (11) élimine dans ce cas complètement les termes du quatrième ordre, ou encore que dans le résidu de cette équation les termes de quatrième puissance disparaissent.

Or on peut amener cet état de choses artificiellement en multipliant (12^b) par le facteur $1 + \frac{\lambda \mathfrak{S}^2}{r_2^3}$, λ étant un nombre encore à déterminer.

On obtient alors comme termes du quatrième ordre dans les parenthèses :

$$\frac{\mathfrak{S}_1^4}{120r_2^6} - \frac{\lambda \mathfrak{S}_1^2 \mathfrak{S}^2}{6r_2^6}, \quad \frac{\mathfrak{S}_3^4}{120r_2^6} - \frac{\lambda \mathfrak{S}_3^2 \mathfrak{S}^2}{6r_2^6}$$

et

$$\frac{\mathfrak{S}^4}{120r_2^6} - \frac{\lambda \mathfrak{S}^4}{6r_2^6},$$

ou, en posant de nouveau $\mathfrak{S}_3 = \mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S} = 2\mathfrak{S}_1$, respectivement

$$\frac{\mathfrak{S}_1^3}{120 r_2^4} - \frac{4\lambda \mathfrak{S}_1^3}{6 r_2^4}$$

et

$$\frac{16\mathfrak{S}_1^3}{120 r_2^4} - \frac{16\lambda \mathfrak{S}_1^3}{6 r_2^4}.$$

En égalisant ces deux expressions on obtient $\lambda = + \frac{1}{16}$.

On conclut donc que dans l'équation

$$(13) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{z_1 \mathfrak{S}_1}{\mathfrak{S}} \left[1 + \frac{1}{r_2^2} \left(\frac{\mathfrak{S}^2}{16} - \frac{\mathfrak{S}_1^2}{6} \right) \right] \\ + \frac{z_3 \mathfrak{S}_3}{\mathfrak{S}} \left[1 + \frac{1}{r_2^2} \left(\frac{\mathfrak{S}^2}{16} - \frac{\mathfrak{S}_3^2}{6} \right) \right] = z_2 \left(1 - \frac{5}{48} \frac{\mathfrak{S}^2}{r_2^2} \right) + F \end{array} \right.$$

le résidu F contient un terme du quatrième ordre du temps indépendant de l'excentricité qui disparaît pour des temps intermédiaires égaux.

En effet, si l'on substitue les séries (2) dans (13), on trouve

$$(14) \quad \left\{ \begin{array}{l} F = \frac{\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_3 (\mathfrak{S}_3 - \mathfrak{S}_1)^2}{96 r_2^4} z_2 + \frac{1}{2} \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_3 (\mathfrak{S}_1 - \mathfrak{S}_3) z_2 X \\ + \frac{\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_3}{24} (\mathfrak{S}_3^2 - \mathfrak{S}_3 \mathfrak{S}_1 + \mathfrak{S}_1^2) (6z_2' X + 3z_2 \Psi) \dots, \end{array} \right.$$

plus des termes du cinquième ordre qui, suivant la construction de (13) et des séries (2), doivent aussi disparaître pour des temps intermédiaires égaux.

En posant $F = 0$ on revient sur la forme (8').

En étendant alors (13) à toutes les directions de coordonnées pour la détermination des lieux héliocentriques extérieurs, F prend une simple signification géométrique.

A la fin du calcul de l'orbite, on a l'habitude de représenter les deux lieux extérieurs exactement.

Alors z_1 et z_3 sont bien des coordonnées d'un mouvement képlérien, qui suffisent à l'équation (13), en supposant que z_2 et r_2 soient les coordonnées képlériennes correspondantes au temps de la seconde observation et que F ne soit pas zéro.

Mais nous avons obtenu z_2 et r_2 sous la supposition que $F = 0$, tout en ayant les mêmes points extérieurs dans l'orbite (donc les mêmes z_1 et z_3).

Nous désignons les valeurs obtenues de cette façon par (z_2) et (r_2) .

Elles suffisent donc à l'équation

$$(13') \quad \begin{cases} \frac{z_1 \mathfrak{Z}_1}{\mathfrak{Z}} \left[1 + \frac{1}{(r_2)^3} \left(\frac{\mathfrak{Z}^2}{16} - \frac{\mathfrak{Z}_1^2}{6} \right) \right] \\ + \frac{z_3 \mathfrak{Z}_3}{\mathfrak{Z}} \left[1 + \frac{1}{(r_2)^3} \left(\frac{\mathfrak{Z}^2}{16} - \frac{\mathfrak{Z}_3^2}{6} \right) \right] = (z_2) \left[1 - \frac{5}{48} \frac{\mathfrak{Z}^2}{(r_2)^3} \right], \end{cases}$$

r_2 et (r_2) ou $\frac{1}{r_2^3}$ et $\frac{1}{(r_2)^3}$ ne se distinguent que de quantités du troisième ordre.

Donc, si l'on retranche (13') de (13), les parenthèses ne se distinguent que de termes du cinquième ordre des temps intermédiaires, multipliés d'ailleurs dans l'excentricité de l'orbite.

Par conséquent on a avec une très forte approximation pour toutes les directions de coordonnées

$$(14') \quad F = (z_2) - z_2;$$

z_2 résulte du mouvement képlérien défini par les deux lieux extérieurs; (z_2) au contraire est obtenu à l'aide de nos observations.

Par conséquent, F est dans chaque coordonnée la représentation du lieu intermédiaire dans le sens observation moins calcul, mais vu du Soleil.

F a d'après (14) la forme

$$(15) \quad \begin{cases} F = z_2 N + z_2' N', \\ N = \frac{\mathfrak{Z}_1 \mathfrak{Z}_3 (\mathfrak{Z}_3 - \mathfrak{Z}_1)^2}{96 r_2^6} + \frac{1}{2} \mathfrak{Z}_1 \mathfrak{Z}_3 (\mathfrak{Z}_1 - \mathfrak{Z}_3) X + \frac{\mathfrak{Z}_1 \mathfrak{Z}_3}{8} (\mathfrak{Z}_3^2 - \mathfrak{Z}_3 \mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_1^2) \Psi, \\ N' = \frac{\mathfrak{Z}_1 \mathfrak{Z}_3}{4} (\mathfrak{Z}_3^2 - \mathfrak{Z}_3 \mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_1^2) X. \end{cases}$$

En mettant l'axe des z tantôt dans le second rayon vecteur, tantôt perpendiculairement à lui, on trouve

$$(16) \quad \begin{cases} \Delta r_2 = r_2 N + r_2' N', \\ \Delta v_2 = v_2' N'. \end{cases}$$

Δr_2 et Δv_2 sont donc, dans le sens observation moins calcul, les représentations héliocentriques du second lieu en rayon vecteur et en anomalie vraie.

Ces deux quantités rentrent d'une façon différente dans le lieu intermédiaire terrestre, et elles pourront s'y détruire, ou

s'ajouter, suivant la deuxième position de la Terre par rapport à celle de la planète. En supposant que la planète se trouve exactement dans la ligne droite du Soleil à la Terre on aurait, pour le déplacement angulaire dû à Δv_2 ,

$$(17^a) \quad (\Delta\lambda)^v = \frac{r_2 \Delta v_2}{(r_2 - 1) \sin i}.$$

Nous avons remplacé ici ρ_2 approximativement par $r_2 - 1$; $\Delta\lambda''$ étant un déplacement angulaire géocentrique dans le sens de l'orbite, donc toujours approximativement dans l'écliptique.

D'autre part, on obtient dans le triangle planète-terre-soleil, en tenant dans la différentiation l'angle au Soleil constant,

$$(17^b) \quad \Delta\psi'' = \frac{\Delta r_2 \sin \gamma}{(r_2 - 1) \sin i}.$$

Comme on ne sait si ces deux termes s'ajoutent ou se retranchent, j'ai discuté chacun à part dans le travail cité plus haut.

Sous des suppositions numériques plausibles on trouve que pour un intervalle total d'un mois il n'y aurait guère jamais besoin d'une seconde hypothèse. Jusqu'à un intervalle total de 40 jours la probabilité de s'en tirer avec une hypothèse est sûrement encore plus grande que $\frac{1}{2}$. Depuis là le nombre des cas qui exigent deux hypothèses devient naturellement de plus en plus grand.

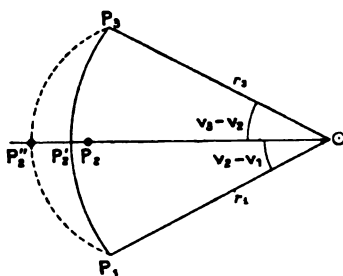
Il y a cependant encore des cas avec deux mois d'intervalle total qui peuvent être résolus par une hypothèse. (J'en donne un exemple plus loin.)

Ce sont les cas avec de grands rayons, $r_2 = 3$ par exemple. Car la difficulté du problème devient de plus en plus grande au fur et à mesure que le rayon est plus petit.

Toutes les autres circonstances viennent en seconde ligne.

En étendant les équations (13') à toutes les directions de coordonnées on obtient à la fin du calcul trois points P_1 , P_2 et P_3 représentant la planète dans son orbite pour les trois temps. A P_2 correspondraient les coordonnées entre parenthèses. D'habitude on calcule des positions extérieures une orbite $P_1 P_2' P_3$ qui est parcourue exactement dans le temps réduit entre la première et la troisième observation.

Si nous déterminons le paramètre p seulement par une formule d'approximation, nous pouvons nous arranger pour que l'orbite



passer encore par P_1 et P_3 . Mais la planète décrirait la trace $P_1 P_2' P_3$ et cela dans un temps un peu différent.

Nous allons chercher maintenant le rapport entre ces écarts et une erreur dans le paramètre.

Nous commençons par déterminer, toute chose pareille, la quantité $P_2' P_2 = \delta r$.

On a, pour chaque mouvement képlérien,

$$(18) \quad \begin{cases} 0 = \left(\frac{p}{r_1} - 1\right) \sin(v_3 - v_2) + \left(\frac{p}{r_2} - 1\right) \sin(v_1 - v_2) \\ \quad + \left(\frac{p}{r_3} - 1\right) \sin(v_2 - v_1). \end{cases}$$

En différentiant dans cette formule p et r_2 et en tenant tout le reste constant, on obtient, après quelques réductions :

$$(19) \quad \delta r_2 = -\frac{r_2^2}{p^2} \delta p \frac{2 \sin \frac{v_2 - v_1}{2} \sin \frac{v_3 - v_1}{2}}{\cos \frac{v_3 - v_1}{2}}.$$

Il en résulte qu'une erreur en p entre dans le second rayon vecteur multiplié avec un terme du second ordre des temps intermédiaires.

D'un autre côté on a la formule suivante :

$$(20) \quad r_1 r_3 \sin(v_3 - v_1) = \sqrt{p} \left(1 - \frac{\varpi^2}{6 r^3} + \frac{\varpi^4}{120 r^6} + \frac{\varpi^6}{80} \Psi \right),$$

r étant le rayon vecteur qui correspond à la *moyenne* des temps des deux observations extérieures.

On peut d'ailleurs obtenir facilement cette formule à l'aide des séries (2).

Si l'on différentie (20) en tenant le premier membre constant et en remplaçant δr approximativement par δr_2 d'après (19), on obtient, à des termes d'ordre supérieur près,

$$(20^a) \quad \delta \mathfrak{Z} = -\frac{\delta p}{2p} \mathfrak{Z};$$

$\delta \mathfrak{Z}$ est donc l'accroissement du temps pour parcourir le chemin $P_1 P'_2 P_3$ dû à l'inexactitude δp , mesuré en unités de Laplace.

L'angle parcouru par la planète pendant ce temps serait approximativement

$$(20^b) \quad \delta(\nu_3 - \nu_1) = -\frac{\delta p \mathfrak{Z}}{pa^{\frac{3}{2}}},$$

a étant le grand axe.

Donc une erreur en p rentre dans les angles multipliée par un terme du premier ordre des temps intermédiaires.

La formule (20) peut s'écrire à des termes d'ordre supérieur près

$$(21) \quad \sqrt{p} = \frac{r_1 r_3 \sin(\nu_3 - \nu_1)}{\mathfrak{Z} \left(1 - \frac{\mathfrak{Z}^2}{6r^3} + \frac{\mathfrak{Z}^4}{120r^5} \dots\right)} \left(1 - \frac{\mathfrak{Z}^4}{80} \Psi\right).$$

Il est à remarquer ici que le rapport $\frac{\sin(\nu_3 - \nu_1)}{\mathfrak{Z}}$ est de l'ordre zéro par rapport aux temps intermédiaires. Ψ étant du premier ordre des excentricités, on néglige en $\sqrt{p}$ ou p un terme de l'ordre et^4 en identifiant la seconde parenthèse à l'unité.

D'après ce qui précède il résulte un terme de l'ordre et^6 en r_2 et et^5 dans les angles, quantités beaucoup plus petites que celles que nous avons déjà négligées.

Il s'agit maintenant encore de trouver une approximation suffisante pour r , le rayon vecteur correspondant à la moyenne des temps de la première et de la troisième observation.

Si l'on pose

$$(22) \quad r = \sqrt{r_1 r_3},$$

on néglige en r un terme de la forme et^2 . Il en résulte dans le dénominateur de (21) une erreur de la forme et^4 et de même en p .

Cette erreur rentre en r_2 et dans les angles avec la forme : et^6 et et^5 .

Nous pouvons donc nous contenter en (21) de l'approximation (22).

En remplaçant finalement la série du dénominateur par un sinus, on a

$$(23) \quad \sqrt{p} = \frac{r_1 r_3 \sin(v_3 - v_1)}{r^{\frac{3}{2}} \sin \frac{\vartheta}{r^{\frac{3}{2}}}}, \quad r = \sqrt{r_1 r_3}.$$

Le reste des formules nécessaires pour l'application est facile à établir.

Les formules sphériques nécessaires pour l'emploi de la méthode sont en grande partie connues, ou si faciles à déduire que je me borne à expliquer la signification des différentes quantités, au commencement du recueil des formules (p. 224).

Les quantités L (Index 1, 2 et 3 pour chaque observation) sont les longitudes héliocentriques de la Terre. Donc $L = 180 + \odot$, où $\odot$ est la longitude du Soleil.

ψ est, comme nous disions antérieurement, l'angle à la Terre dans le triangle soleil-terre-planète à l'époque de la seconde observation. La quantité auxiliaire α qui figure dans le calcul de ψ est l'angle entre le plus grand cercle passant par les deuxièmes lieux du Soleil et de la planète contre l'écliptique.

I et K sont l'inclinaison et le nœud du plus grand cercle passant par la première et la troisième observation de la planète, par rapport à l'écliptique.

On détermine K d'une façon telle que $0 < I < 90^\circ$. h_2 , Z_1 , Z_2 et Z_3 ont été définis plus haut. Nous les comptons positifs du côté Nord.

La formation de l'équation transcendante pour la détermination de l'angle γ à la planète exige plus d'explication.

Nous partons de (13') en nous servant des équations (7).

Nous posons de plus,

$$(24) \quad \left\{ \begin{array}{l} v_1 = \frac{\vartheta_1}{\varpi} = \frac{\tau_1}{\tau}, \quad v_2 = \frac{\vartheta_2}{\varpi} = \frac{\tau_2}{\tau}, \\ \Pi = \frac{5}{48} \vartheta^2 = \frac{5}{48} k^2 \tau^2, \quad Q_1 = \frac{3}{5} - \frac{8}{5} v_1^2, \quad Q_2 = \frac{3}{5} - \frac{8}{5} v_2^2. \end{array} \right.$$

Alors (13') devient à l'aide de (7) :

$$(25) \quad -Z_1 v_1 \left(1 + \frac{\Pi Q_1}{r_1^3}\right) - Z_3 v_3 \left(1 + \frac{\Pi Q_3}{r_3^3}\right) = (\rho_2 \sin h_2 - Z_2) \left(1 - \frac{\Pi}{r_2^3}\right).$$

Nous exprimons r_2 et ρ_2 par χ à l'aide de (10) et posons

$$(26) \quad \begin{cases} E = Z_2 - R_2 \sin h_2 \cos \psi, \\ F = (Z_1 v_1) + (Z_3 v_3), \\ G = (Z_1 v_1) Q_1 + (Z_3 v_3) Q_3. \end{cases}$$

Alors (25) devient d'abord

$$(27) \quad \begin{cases} (E - F) \sin \chi - R_2 \sin h_2 \sin \psi \cos \chi = \frac{\Pi(E + G)}{(R_2 \sin \psi)^3} \sin^3 \chi \\ - \frac{\Pi R_2 \sin h_2 \sin \psi}{(R_2 \sin \psi)^3} \sin^3 \chi \cos \chi. \end{cases}$$

Finalement, nous introduisons

$$(28) \quad \begin{cases} \alpha'' \cos A'' = E + G, & c'' \cos C'' = E - F, \\ \alpha'' \sin A'' = R_2 \sin h_2 \sin \psi, & c'' \sin C'' = R_2 \sin h_2 \sin \psi, \\ & h'' = \frac{\alpha'' \Pi}{c'' (R_2 \sin \psi)^3}. \end{cases}$$

Alors, il résulte de (27)

$$(29) \quad \sin(\chi - C'') = h'' \sin^3 \chi \sin(\chi - A'').$$

Comme χ est toujours voisin de C'' , on pose avec avantage

$$(30) \quad \mathfrak{S}'' = \chi - C'', \quad B'' = C'' - A'', \quad \sin \mathfrak{S}'' = h'' \sin^3(C'' + \mathfrak{S}'') \sin(B'' + \mathfrak{S}'').$$

$\mathfrak{S}''$ respectivement χ déterminés, on obtient r_2 et ρ_2 et de là le second lieu héliocentrique.

Jusqu'à présent nous n'avons employé l'équation (13') que pour une direction de coordonnées.

Avec les abréviations introduites par (24) on peut écrire (13').

$$(31) \quad z_1 T_1 + z_3 T_3 = z_2,$$

où

$$(31') \quad T_1 = \frac{v_1 \left(1 + \frac{\Pi Q_1}{r_1^3}\right)}{1 - \frac{\Pi}{r_1^3}}, \quad T_3 = \frac{v_3 \left(1 + \frac{\Pi Q_3}{r_3^3}\right)}{1 - \frac{\Pi}{r_3^3}};$$

r_2 étant maintenant connu, on peut calculer T_1 et T_3 (les rapports des triangles).

On peut d'ailleurs contrôler ces quantités et la résolution de l'équation (30) en appliquant (31) à la direction perpendiculaire au plus grand cercle par première et troisième observation.

On obtient ainsi

$$(32) \quad Z_2 = Z_1 T_1 + Z_3 T_3 + \rho_2 \sin h_2.$$

Pour trouver les lieux extérieurs, nous appliquons (31) à trois axes de coordonnées rectangulaires, dont z est perpendiculaire à l'écliptique (positif du côté Nord), tandis que $+x$ va vers le point vernal et $+y$ au point de l'écliptique dont la longitude est 90° .

On a alors pour les trois indices

$$(33) \quad \begin{cases} x = [r] \cos l = [\rho] \cos \lambda + R \cos L, \\ y = [r] \sin l = [\rho] \sin \lambda + R \sin L, \\ z = [r] \tan b = [\rho] \tan \beta. \end{cases}$$

Dans ces équations l et b sont la longitude et la latitude héliocentrique de la planète, $[r] = r \cos b$ le rayon raccourci, $[\rho] = \rho \cos \beta$ la distance raccourcie.

Le second lieu étant connu, on connaît $[r_2]$, l_2 , b_2 .

A l'aide de (33), (31) devient pour les x et y :

$$(34) \quad \begin{cases} [\rho_1] T_1 \cos \lambda_1 + [\rho_3] T_3 \cos \lambda_3 = [r_2] \cos l_2 - R_1 T_1 \cos L_1 - R_3 T_3 \cos L_3, \\ [\rho_1] T_1 \sin \lambda_1 + [\rho_3] T_3 \sin \lambda_3 = [r_2] \sin l_2 - R_1 T_1 \sin L_1 - R_3 T_3 \sin L_3; \end{cases}$$

ces équations ne contiennent comme inconnues que $[\rho_1]$ et $[\rho_3]$.

On trouve

$$(35) \quad \left\{ \begin{array}{l} [\rho_1] = \frac{G_1}{T_1 \sin(\lambda_1 - \lambda_3)}, \quad [\rho_3] = \frac{G_3}{T_3 \sin(\lambda_1 - \lambda_3)}, \\ \text{où} \\ G_1 = T_1 R_1 \sin(\lambda_3 - L_1) + T_3 R_3 \sin(\lambda_3 - L_3) + [r_2] \sin(l_2 - \lambda_3), \\ G_3 = T_1 R_1 \sin(L_1 - \lambda_1) + T_3 R_3 \sin(L_3 - \lambda_1) + [r_2] \sin(\lambda_1 - l_2). \end{array} \right.$$

En appliquant finalement (31) à la direction z (perpendiculaire à l'écliptique), on a les équations de contrôle très importantes

$$(36) \quad \left\{ \begin{array}{l} T_1 [\rho_1] \tan \beta_1 + T_3 [\rho_3] \tan \beta_3 = [r_2] \tan \beta_2, \\ \text{ou} \\ G_1 \tan \beta_1 + G_3 \tan \beta_3 = [r_2] \tan \beta_2 \sin(\lambda_1 - \lambda_3). \end{array} \right.$$

L'une ou l'autre de ces équations vérifie tout ce qui précède excepté $\log \Pi$, $\log Q_1$ et $\log Q_3$ qui doivent être absolument exactes.

Les distances pour les lieux extérieurs $\rho_1 = [\rho_1] \sec \beta_1$ et $\rho_3 = [\rho_3] \sec \beta_3$ étant connues, on passe comme d'habitude aux coordonnées polaires héliocentriques.

On détermine alors i et Ω par des formules connues avec le contrôle important

$$(37) \quad \text{tang } b_2 = \text{tang } i \sin(l_2 - \Omega)$$

qui dit en substance que les trois points sont dans un plan, conséquence forcée de l'extension de l'équation (31) à toutes les directions de coordonnées.

En outre j'ai trouvé avantageux de calculer les sinus et les cosinus des trois arguments de la latitude u à part, pour être absolument sûr de ces quantités.

On retranche les temps d'aberration Δt des temps d'observation t et l'on obtient ainsi les temps d'observation réduits t^0 .

Nous avons vu plus haut comment on peut déterminer simplement $\sqrt{p}$.

L'angle W introduit dans le recueil de formules donné ci-dessous doit toujours être grossièrement égal à $u_3 - u_1$; p étant connu, on détermine e , v_1 et de là v_2 , v_3 et ω . De v_1 , v_2 et v_3 on tire alors r_1 , r_2 , r_3 et E_1 , E_2 , E_3 .

Si la méthode suffit dans une approximation, r_2 doit concorder avec sa valeur trouvée plus haut (après les tâtonnements).

Avec les trois E on calcule finalement les trois M (à l'aide de l'équation de Képler) et on les réduit à la même époque à l'aide du mouvement moyen obtenu. Leur accord est la deuxième épreuve pour le degré de précision atteint.

Si le paramètre avait été rigoureusement déterminé les deux anomalies moyennes extérieures devraient coïncider après réduction à la même époque. Ceci n'est évidemment plus le cas d'une façon rigoureuse, mais dans tous les exemples que j'ai pu voir, la deuxième anomalie moyenne réduite à l'époque tombe en dehors des deux extérieures. Ce fait prouve aussi numériquement ce que j'ai dit plus haut : c'est que l'influence des quantités négligées dans la détermination du paramètre est plus faible que celle des autres quantités négligées dans cette méthode.

D'après ce qui précède, la marche du calcul est la suivante :

Données.

$$\begin{aligned} t_1, \lambda_1, \beta_1, \log R_1, 180 + \odot_1 &= L_1, \\ t_2, \lambda_2, \beta_2, \log R_2, 180 + \odot_2 &= L_2, \\ t_3, \lambda_3, \beta_3, \log R_3, 180 + \odot_3 &= L_3, \end{aligned}$$

les L étant les longitudes héliocentriques de la Terre.

$$(1) \left\{ \begin{aligned} \tan x &= \frac{\tan \beta_2}{\sin(\lambda_1 - L_2)}, & \text{contrôle : } \cos \psi &= \cos \beta_2 \cos(\lambda_2 - L_2), \\ \tan \psi &= \frac{\tan(\lambda_2 - L_2)}{\cos x}, & 0 < x < 90^\circ, \quad 90^\circ < \psi < 180^\circ. \end{aligned} \right.$$

$$(2) \left\{ \begin{aligned} \tan I \sin(\lambda_1 - K) &= \tan \beta_1, \\ \tan I \cos(\lambda_1 - K) &= \frac{\tan \beta_1 \cos(\lambda_1 - \lambda_3) - \tan \beta_3}{\sin(\lambda_1 - \lambda_3)}, \\ 0 < I < 90^\circ, & \text{contrôle : } \tan \beta_3 = \tan I \sin(\lambda_3 - K). \end{aligned} \right.$$

$$(3) \quad (\sin h_1) = \sin \beta_1 \cos I - \cos \beta_1 \sin I \sin(\lambda_2 - K).$$

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} Z_1 &= R_1 \sin I \sin(L_1 - K), \\ Z_2 &= R_2 \sin I \sin(L_2 - K), \\ Z_3 &= R_3 \sin I \sin(L_3 - K). \end{aligned} \right.$$

$$(5) \left\{ \begin{aligned} \tau_1 &= t_3 - t_2, & \tau_2 &= t_2 - t_1, & \tau &= t_3 - t_1 = \tau_1 + \tau_2, \\ v_1 &= \frac{\tau_1}{\tau}, & v_2 &= \frac{\tau_2}{\tau}, \\ Q_1 &= \frac{3}{5} - \frac{8}{5} v_1^2, & Q_2 &= \frac{3}{5} - \frac{8}{5} v_2^2 \quad (1), \\ \text{contrôle :} & & Q_1 + Q_2 + \frac{2}{5} &= \frac{16}{5} v_1 v_2, \\ \Pi &= \frac{5}{48} k^2 \tau^2; & \log \frac{8}{5} &= 0,2041200, & \log \frac{16}{5} &= 0,5051500, \\ & & \log \frac{5}{48} k^2 &= 5,4888917. \end{aligned} \right.$$

(1) Les logarithmes de Q_1 , Q_2 et Π doivent être calculés avec le plus grand soin. Pour des temps intermédiaires un peu inégaux, un des deux Q peut devenir négatif.

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{ll} E = Z_2 - R_2(\sin h_2) \cos \psi, & \alpha' \cos A' = E + G \text{ (1)}, \\ F = (Z_1 v_1) + (Z_3 v_3), & \alpha' \sin A' = R_2(\sin h_2) \sin \psi, \\ G = (Z_1 v_1) Q_1 + (Z_3 v_3) Q_3, & c' \cos C' = E - F, \\ & c' \sin C' = R_2(\sin h_2) \sin \psi, \\ & h' = \frac{\Pi \alpha'}{c' (R_2 \sin \psi)^3}, \quad B' = C' - A'. \end{array} \right.$$

Tâtonnements :

$$(7) \quad \sin \mathfrak{Z}' = h' \sin^3 (\mathfrak{Z}' + C') \sin (\mathfrak{Z}' + B') \text{ (2)}.$$

$$(8) \quad \left\{ \begin{array}{l} \chi = C' + \mathfrak{Z}', \quad r_2 = \frac{R_2 \sin \psi}{\sin \chi}, \\ \rho_2 = \frac{R_2 \sin (\chi + \psi)}{\sin \chi}, \quad V = \frac{\Pi}{r_2^3}, \\ \Sigma_1 = 1 + V Q_1, \quad \Sigma_3 = 1 + V Q_3, \quad T_1 = \frac{v_1 \Sigma_1}{1 - V}, \quad T_3 = \frac{v_3 \Sigma_3}{1 - V}, \\ \text{contrôle :} \\ Z_2 = Z_1 T_1 + Z_3 T_3 + \rho_2 (\sin h_2). \end{array} \right.$$

$$(9) \quad \left\{ \begin{array}{l} [\rho_2] = \rho_2 \cos \beta_2 \text{ (3)}, \\ r_2 \cos b_2 \cos (l_2 - L_2) = [\rho_2] \cos (\lambda_2 - L_2) + R_2, \\ r_2 \cos b_2 \sin (l_2 - L_2) = [\rho_2] \sin (\lambda_2 - L_2), \\ r_2 \sin b_2 = [\rho_2] \tan \beta_2. \end{array} \right.$$

$$(10) \quad \left\{ \begin{array}{l} G_1 = T_1 R_1 \sin (\lambda_3 - L_1) + T_3 R_3 \sin (\lambda_3 - L_3) + [r_2] \sin (l_2 - \lambda_3), \\ G_3 = T_1 R_1 \sin (L_1 - \lambda_1) + T_3 R_3 \sin (L_3 - \lambda_1) + [r_2] \sin (\lambda_1 - l_2), \\ \text{où : } [r_2] = r_2 \cos b_2, \text{ contrôle principal :} \\ G_1 \tan \beta_1 + G_3 \tan \beta_3 = [\rho_2] \tan \beta_2 \sin (\lambda_1 - \lambda_3), \\ [\rho_1] = \frac{G_1}{T_1 \sin (\lambda_1 - \lambda_3)}, \quad [\rho_3] = \frac{G_3}{T_3 \sin (\lambda_1 - \lambda_3)}. \end{array} \right.$$

(11) Comme (9) pour les lieux extérieurs (indices 1 et 3).

$$(12) \quad \left\{ \begin{array}{l} \tan i \sin (l_1 - \infty) = \tan b_1, \\ \tan i \cos (l_1 - \infty) = \frac{\tan b_3 - \tan b_1 \cos (l_3 - l_1)}{\sin (l_3 - l_1)}, \\ \text{contrôles :} \\ \tan b_2 = \tan i \sin (l_2 - \infty) !!! \\ \tan b_3 = \tan i \sin (l_3 - \infty). \end{array} \right.$$

(1) Si $\sin h_2$ est négatif on prend α' et c' , dont il ne sert dans la suite que le rapport, tous les deux négatifs.

(2) Première approximation :

$$\sin \mathfrak{Z}' = h' \sin^3 C' \sin B'.$$

(3) Comparer les trois valeurs r_2 de (8), (9) et (16).

$$(13) \left\{ \begin{array}{l} \sin u_1 = \sec i \cos b_1 \sin(l_1 - \Omega) = \sin b_1 \cos \sec i, \\ \sin u_2 = \sec i \cos b_2 \sin(l_2 - \Omega) = \sin b_2 \cos \sec i, \\ \sin u_3 = \sec i \cos b_3 \sin(l_3 - \Omega) = \sin b_3 \cos \sec i, \\ \cos u_1 = \cos b_1 \cos(l_1 - \Omega), \\ \cos u_2 = \cos b_2 \cos(l_2 - \Omega), \\ \cos u_3 = \cos b_3 \cos(l_3 - \Omega). \end{array} \right\} \text{ contrôles.}$$

$$(14^a) \quad \rho_1 = [\rho_1] \sec \beta_1, \quad \rho_3 = [\rho_3] \sec \beta_3.$$

$$(14) \left\{ \begin{array}{l} \Delta t_1 = c \rho_1, \quad \Delta t_2 = c \rho_2, \quad \Delta t_3 = c \rho_3, \quad \log c = 7,76128, \\ t_1^0 = t_1 - \Delta t_1, \quad t_2^0 = t_2 - \Delta t_2, \quad t_3^0 = t_3 - \Delta t_3. \end{array} \right.$$

$$(15) \left\{ \begin{array}{l} \tau'' = k''(t_3^0 - t_1^0), \quad \log k'' = 3,5500066, \quad W'' = \frac{\tau''}{(r_1 r_3)^{\frac{3}{2}}} \quad (1), \\ \sqrt{p} = \frac{(r_1 r_3)^{\frac{1}{2}} \sin(u_3 - u_1)}{\sin W}, \quad O_1 = \frac{p}{r_1} - 1, \quad O_3 = \frac{p}{r_3} - 1, \\ e \cos v_1 = O_1, \\ e \sin v_1 = \frac{O_1 \cos(u_3 - u_1) - O_3}{\sin(u_3 - u_1)}, \\ v_2 = v_1 + (u_2 - u_1), \\ v_3 = v_1 + (u_3 - u_1), \\ \text{contrôle :} \quad e \cos v_3 = O_3, \\ \sin \varphi = e, \quad \Phi = 90^\circ - \varphi, \quad \alpha = p \sec^2 \varphi, \quad n'' = \frac{k''}{a^{\frac{3}{2}}}. \end{array} \right.$$

Pour tous les trois lieux :

$$(16) \left\{ \begin{array}{l} \omega = u_1 - v_1 = u_2 - v_2 = u_3 - v_3, \\ \frac{1}{\sqrt{r}} \sin \frac{E}{2} = \frac{\sin \frac{\varphi}{2}}{\sqrt{2a} \cos \frac{\Phi}{2}}, \\ \frac{1}{\sqrt{r}} \cos \frac{E}{2} = \frac{\cos \frac{\varphi}{2}}{\sqrt{2a} \sin \frac{\Phi}{2}} \quad (2), \\ M = E - e'' \sin E, \quad e'' = e[5,314\{251\}, \\ M_{Ep} = M + n''(E_p - t^0), \\ \text{contrôle final.} \end{array} \right.$$

(1) L'angle W s'obtient d'abord en secondes d'arc. Transformé en degrés, minutes et secondes il doit être approximativement égal à $u_3 - u_1$.

(2) Comparer r_2 obtenu en (16) avec sa valeur en (8) et (9).

Comme exemple je choisis celui donné par Tietjen dans l'appendice du *Berliner Jahrbuch*, 1879.

Les données, qui se rapportent à la planète (165) Loreley, sont les suivantes :

1876 Août.	L (longitude héliocentrique de la Terre).	log R.	λ .	tang β .
9,68726	317°.47'. 6",80	0,0055500	321°. 3'.53",15	8,9171719
41,43906	348.28.20,10	0,0025520	315.29. 3,47	9,0292790
69,44922	375.57.22,50	9,9991780	314.24.31,40	9,0619601

Il en résulte successivement les numéros se rapportant au précédent recueil de formules :

(1)	ψ	146°.30'.52",60		χ	+10°.49'. 8",67		
(2)	{	I.....	16.37.26,97	(8)	{	r_2	0,4707906
		K.....	124.59.49,57			ρ_2	0,3149392
(3)	$\sin h_2$	7,4801349 n		(9)	{	V.....	7,6293695
(4)	{	Z ₁	8,9822670			Σ_1	0,0004595
		Z ₂	8,7527030 n	Σ_3	0,0002743		
		Z ₃	9,2529018 n	T ₁	9,6732041		
(5)	{	τ_1	1,4473156	(10)	{	T ₃	9,7274717
		τ_3	1,5017684			[ρ_2].....	0,3124684
		τ	1,7764248			l_2	326" 11' 21", 22
		v_1	9,6708908	(11)	{	tang b_2	8,8721587
		v_2	9,7253436			r_2	0,4707906
		Q ₁	9,3953600	(12)	{	G ₁	9,0224758
Q ₃	9,1712718	G ₃	9,1622547				
H.....	9,0417413	tang b_1	8,7339817				
(6)	{	Num. E....	-0,05911957	(13)	{	tang b_3	8,9618351
		Num. F....	-0,05011989			r_1	0,4689826
		Num. G....	-0,00292772			r_3	0,4726057
		a''	8,7928813 n	(14)	{	l_1	319°.56'. 7",68
		c''	7,9616584 n			l_3	331.40.29,58
		h''	0,6401419	(15)	{	i	11. 8.29,190
A''.....	+ 1°.32'.51",93	Ω	303.57.42,64				
C''.....	+10.33. 8,96	u_1	16.15.51,76				
(7)	{	B''.....	+ 9. 0.17,03	(16)	{	u_2	22.36.42,19
		Ξ''	+ 0.15.59,71			u_3	28. 9.51,34

(14 ^a)	ρ_1	0,2866333	(15)	a	0,4957902
	ρ_2	0,3735364		n	2,8063213
(14)	Num. Δt_1 ...	0,01117	(15)	$\sqrt{2a} \sin \frac{\Phi}{2}$...	0,2323560
	Num. Δt_2 ...	0,01192		$\sqrt{2a} \cos \frac{\Phi}{2}$...	0,2623961
	Num. Δt_3 ...	0,01364	(16)	w	-15° 41' 3",72
	Num. t_1^0	9,67609		r_1	0,4689826
	Num. t_2^0	41,42714		r_2	0,4707914
	Num. t_3^0	69,43558		r_3	0,4726058
(15)	τ	5,3264135		E_1	29.54.44,64
	W.....	11° 35' 8",27		E_2	35.54.22,36
	$\sqrt{p}$	0,2468570		E_3	41.10.17,34
	O_1	8,7678887		M_1	27.56.21,20
	O_2	8,6972651		M_2	33.35.8,46
	e	8,8392257		M_3	38.33.59,89
	v_1	31.56.55,48	M Oct. 8,5.		38.34.40,96
	v_2	38.17.45,91			38.34.40,96
	v_3	43.50.55,06			38.34.41,13
	φ	3.57.35,967			
	Φ	86. 2.24,033			

La valeur de $\log r_2$ trouvée à la fin en (16) diffère de celle en (8) de 8 unités de la septième décimale.

La plus grande différence entre les trois anomalies moyennes réduites à la même époque est de 0",19.

Donc, quoique les observations soient distribuées sur un espace de deux mois, une approximation suffit largement.

Tietjen, en se servant de la méthode Encke-Tietjen-Foerster, a besoin de deux approximations dont la première est encore très éloignée de la vérité.

La supériorité de notre méthode sur celle de ces méthodes qui était jusqu'à présent la plus perfectionnée est donc très prononcée.

Par conséquent, les cas qui exigent deux hypothèses seront des plus rares dans la pratique actuelle.

Néanmoins je veux compléter ce qui précède en établissant des formules aussi pour ces cas.

Nous avons obtenu tout ce qui précède en admettant pour toutes les directions de coordonnées l'existence d'une équation de la forme

$$(38) \quad z_1 v_1 \left(1 + \frac{\Pi Q_1}{(r_2)^3} \right) + z_2 v_2 \left(1 + \frac{\Pi Q_2}{(r_2)^3} \right) = (z_2) \left(1 - \frac{\Pi}{(r_2)^3} \right)$$

[voir (31) et (31')].

Nous obtenons ainsi trois points P_1 , P_2 et P_3 (voir figure et texte, p. 217 et 218).

Nous avons désigné antérieurement les coordonnées héliocentriques du point P_2 par des parenthèses.

C'est donc le second lieu héliocentrique conclu après les tâtonnements.

Maintenant nous nous sommes construit, à l'aide d'une formule d'approximation pour le paramètre, une orbite $P_1 P_2^* P_3$, P_2^* se trouvant dans la ligne $P_2 \odot$.

La distance $P_2^* \odot = r_2$ n'est autre que le r_2 trouvé à la fin de la première hypothèse.

Les coordonnées z_2 de P_2^* sont bien celles du mouvement képlérien $P_1 P_2^* P_3$, qui a pourtant des temps intermédiaires autres que nos observations.

Nous pouvons déterminer ces temps que mettrait la planète pour passer de P_1 à P_2^* et de P_2^* à P_3 à l'aide des anomalies moyennes trouvées à la fin de la première hypothèse et du moyen mouvement correspondant.

De ces faits on peut tirer un simple procédé pour former la seconde hypothèse.

On a pour les points P_2^* et P_2 dans toutes les directions

$$(39) \quad \frac{z_2}{(z_2)} = \frac{r_2}{(r_2)} = N,$$

z_2 et r_2 correspondant à un véritable mouvement képlérien.

N est le rapport connu du r_2 final et du (r_2) obtenu après les tâtonnements.

Nous exprimons (z_2) et (r_2) en (38) par z_2 et r_2 et trouvons.

$$(40) \quad z_1 \nu_1 N \left(1 + \frac{11 Q_1 N^2}{r_1^2} \right) + z_3 \nu_3 N \left(1 + \frac{11 Q_3 N^2}{r_3^2} \right) = z_2 \left(1 - \frac{11 N^2}{r_2^2} \right).$$

Nous mettons maintenant encore $\nu_1 N$ et $\nu_3 N$ en relation avec les rapports des temps intermédiaires dans le mouvement képlérien.

Nous posons donc

$$(41) \quad \nu_1 N = \mu_1 \frac{M_3 - M_2}{M_3 - M_1}, \quad \nu_3 N = \mu_3 \frac{M_2 - M_1}{M_3 - M_1};$$

μ_1 et μ_3 étant déterminés par ces équations nous introduisons :

$$(42) \quad \nu'_1 = \mu_1 \frac{\ell_3^0 - \ell_1^0}{\ell_3^0 - \ell_1^0}, \quad \nu'_3 = \mu_3 \frac{\ell_2^0 - \ell_1^0}{\ell_3^0 - \ell_1^0}, \quad 11' = 11 N^2.$$

Alors on a pour la seconde hypothèse

$$(43) \quad z_1 v'_1 \left(1 + \frac{\Pi' Q_1}{r_1^2}\right) + z_3 v'_3 \left(1 + \frac{\Pi' Q_3}{r_3^2}\right) = z_2 \left(1 - \frac{\Pi'}{r_2^2}\right).$$

En d'autres termes :

Dans le calcul de F, G et dans la suite les quantités v'_1 , v'_3 et Π' remplacent v_1 , v_3 et Π de la première hypothèse.

Aussi la formule d'approximation pour le calcul du paramètre a besoin d'être corrigée pour la seconde hypothèse.

Nous posons d'une façon plus générale

$$(44) \quad \sqrt{\rho} = \frac{(r_1 r_3)^{\frac{1}{2}} \sin(u_3 - u_1)}{\sin W}, \quad W = \frac{K'(\ell_3^0 - \ell_1^0)P}{(r_1 r_3)^{\frac{1}{2}}}.$$

Nous déterminons P de nouveau en considérant le mouvement képlérien $P_1 P_2 P_3$.

Dans la première hypothèse, nous avons calculé $\sqrt{\rho}$ en posant $P=1$ et pour $\ell_3^0 - \ell_1^0$ sa valeur tirée des temps d'observation réduits. Or, le vrai temps du parcours est $\frac{M_3 - M_1}{n}$.

On trouve ainsi

$$(45) \quad \frac{P}{n} (M_3 - M_1) = (\ell_3^0 - \ell_1^0),$$

d'où P.

On a donc les formules suivantes pour préparer la seconde hypothèse :

$$(46) \quad \left\{ \begin{array}{ll} N = \frac{r_2 (\text{calcul final})}{(r_2) (\text{tâtonnements})}, & \\ \mu_1 = v_1 N \frac{M_3 - M_1}{M_3 - M_2}, & \mu_3 = v_3 N \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1}, \\ v'_1 = \mu_1 \frac{\ell_3^0 - \ell_2^0}{\ell_3^0 - \ell_1^0}, & v'_3 = \mu_3 \frac{\ell_2^0 - \ell_1^0}{\ell_3^0 - \ell_1^0}, \\ \Pi' = \Pi N^3, & P = (\ell_3^0 - \ell_1^0) : \frac{M_3 - M_1}{n}. \end{array} \right.$$

Les quantités M_1 , M_2 , M_3 et les temps réduits ℓ_1^0 , ℓ_2^0 , ℓ_3^0 sont à tirer de la première hypothèse.

En appliquant la formule pour $\sqrt{\rho}$ dans la deuxième hypothèse on a donc d'abord à multiplier le temps entre les première et troisième observations par P [voir (44)].

Nous appliquons ce qui précède à l'exemple donné par Tietjen dans le *Berliner Jahrbuch*, 1887, et se rapportant à la planète Vanadis. Les données sont :

1887 Août.	$L = 180 + \odot$.	$\log R$.	λ .	$\tan \beta$.
27,52681	335°. 2'. 11",00	0,0041640	336°.33'.33".40	8,6137750 <i>n</i>
57,45231	4. 11. 21,80	0,0007310	330.33.31,40	8,6502770 <i>n</i>
105,30428	51. 49. 11,70	9,9951510	332.51. 12,20	8,5995970 <i>n</i>

Au lieu des β nous avons tout de suite donné les quantités plus importantes $\tan \beta$. Nous indiquons les résultats de la seconde hypothèse à côté de ceux de la première, quitte à reproduire le petit calcul de transition entre les deux plus loin. On trouve :

	Première hypothèse.	Deuxième hypothèse.
(1) ψ	146°.17'. 0",68	
(2) {		
I.....	2.35.39,86	
K.....	91.28.40,26	
(3) $\sin h_2$	7,7643510 <i>n</i>	
(4) {		
Z ₁	8,6119428 <i>n</i>	
Z ₂	8,6560110 <i>n</i>	
Z ₃	8,4558762 <i>n</i>	
(5) {		
τ_1	1,6798998	
τ_2	1,4760415	
τ	1,8908538	
ν_1	9,7890460	9,7890290
ν_2	9,5851877	9,5854826
Q ₁	7,7510018 <i>n</i>	
Q ₂	9,5600717	
Π	9,2705993	9,2709080
(6) {		
Num. G.....	-0,003849593	-0,003852309
Num. E.....	-0,050133723	
Num. F.....	-0,036167796	-0,036174276
a''	8,7330365 <i>n</i>	8,7330583 <i>n</i>
c''	8,1563968 <i>n</i>	8,1562056 <i>n</i>
h''	0,6119708	0,6124925
A''.....	3°.25'.33",54	3°.25'.32",92
C''.....	13. 1.44,90	13. 2. 5,92
B''.....	9.36. 11,36	9.36.33,00

		Première hypothèse.	Deuxième hypothèse.
(7)	ϖ	0.31.54.99	0.32. 2.04
(8)	χ	13.33.39,89	13.34. 7,96
	r_2	0,3749802	0,3747354
	ρ_2	0,1678961	0,1674902
	V	8,1456587	8,1467018
	Σ_1	9,9999658	9,9999657
	Σ_2	0,0022000	0,0022053
	T_1	9,7951282	9,7951259
	T_2	9,5935041	9,5938191
(9)	$[\rho_2]$	0,1674627	0,1670568
	l_2	—15°54'21",32	—15°53'53",34
	$\text{tang } b_2$	8,4429263 <i>n</i>	8,4427652 <i>n</i>
	r_2	0,3749803	0,3747354
(10)	G_1	8,7588174	8,7571393
	G_2	8,6768550	8,6780306
(11)	$\text{tang } b_1$	8,3809476 <i>n</i>	8,3802513 <i>n</i>
	$\text{tang } b_2$	8,5144305 <i>n</i>	8,5146508 <i>n</i>
	r_1	0,3861752	0,3851953
	r_2	0,3582825	0,3589230
	l_1	335.55.38,08	335.55.32,94
	l_2	358. 2.30,46	358. 0. 7,55
(12)	ι	2. 5.58,24	2. 6.19,31
	Ω	114.56.54,51	115. 9.52,89
(13)	u_1	220,59.52,14	220.46.48,92
	u_2	229. 9.52,58	228.57.22,73
	u_3	243. 6.31,84	242.51.11,21
(14 ^a)	ρ_1	0,1535886	0,1519128
	ρ_2	0,2732273	0,2740879
(14)	Num. Δt_1	0,00822	0,00819
	Num. Δt_2	0,00850	0,00849
	Num. Δt_3	0,01083	0,01085
	Num. ℓ_1^0	27,51859	27,51862
	Num. ℓ_2^0	57,44381	57,44382
	Num. ℓ_3^0	105,29345	105,29343

	Première hypothèse.	Deuxième hypothèse.
τ''	5,4408458	5,4408116
W.....	21° 11' 36", 14	21° 12' 14", 86
$\sqrt{\rho}$	0,2036387	0,2026308
O ₁	8,6971369	8,6747546
O ₂	9,0770942	9,0515334
e.....	9,3031847	9,2765317
v_1	—75.39.27,59	—75.30.46,26
v_2	—67.29.27,15	—67.20.12,45
v_3	—53.32.47,89	—53.26.23,97
φ	11.35.42,49	10.53.46,34
Φ	78.24.17,51	79. 6.13,66
a.....	0,4251868	0,4210640
n''.....	2,9122264	2,9184106
$\sqrt{2a} \sin \frac{\Phi}{2}$	0,1638682	0,1650343
$\sqrt{2a} \cos \frac{\Phi}{2}$	0,2523639	0,2481285
ω	296° 39' 19", 73	296° 17' 35", 18
r ₁	0,3861754	0,3851952
r ₂	0,3750832	0,3747280
r ₃	0,3582826	0,3589230
E ₁	—64.41.43,94	—65.12.20,38
E ₂	—57.10.21,04	—57.37.56,16
E ₃	—44.44.17,10	—45. 8.51,88
M ₁	—54.17. 3,74	—55.22.24,23
M ₂	—47.29.43,49	—48.29. 3,78
M ₃	—36.37.56,09	—37.28.10,56
M Août 27,5.....	—54.17.18,93	—55.22.39,66
	—54.17.27,82	—55.22.38,98
	—54.17.13,97	—55.22.39,94

Étant donnés les résultats de la première hypothèse, le calcul de préparation pour la seconde est le suivant :

r ₂ final.....	0,3750832
Tâtonnements (r ₂).....	0,3749803
N.....	0,0001029
log(M ₃ —M ₁)''.....	4,8030995
n''.....	2,9122264
v ₁	9,7890460
log(M ₃ —M ₂)''.....	4,5922589

v_3	9,5851877
$\log(M_2 - M_1)^r$	4,3881057
$v_1 : (M_2 - M_1)^r$	5,1967871
$N(M_2 - M_1)^r$	4,8032024
$v_3 : (M_2 - M_1)^r$	5,1970820
μ_1	9,9999895
$t_3^0 - t_1^0$	1,8908392
μ_3	0,0002844
$t_3^0 - t_2^0$	1,6798787
$\mu_1 : (t_3^0 - t_1^0)$	8,1091503
$t_2^0 - t_1^0$	1,4760374
$\mu_3 : (t_3^0 - t_1^0)$	8,1094452
v_1'	9,7890290
v_3'	9,5854826
N^3	0,0003087
Π	9,2705993
Π'	9,2709080
$t_3^0 - t_1^0$	1,8908392
$(M_2 - M_1)^r : n^r$	1,8908731
P	9,9999661

Si le calcul avait été fait avec six décimales comme d'habitude, les résidus de la seconde hypothèse pourraient à la rigueur être expliqués par l'inexactitude de la dernière décimale. Or comme nous avons calculé avec sept décimales ils indiquent qu'une troisième hypothèse serait nécessaire.

Toujours est-il qu'ils sont dans la seconde hypothèse à peu près 14 fois plus petits que dans la première.

Je conclus de cet exemple, difficile et défavorable sous tous les rapports, que deux hypothèses doivent suffire en tout cas, si les observations ne s'étendent pas sur plus de deux mois. Au delà de cette limite je n'emploierais d'ailleurs plus cette méthode parce que l'on a alors trop peu de chance de s'en tirer avec une approximation.

S'il s'agit finalement d'améliorer un système d'éléments déjà approximativement connu, voilà comment on peut procéder :

On calcule à l'aide des éléments à corriger r_1, r_2, r_3 et v_1, v_2, v_3 .

On a alors dans chaque direction de coordonnées les équations :

$$(47) \quad x_1 r_2 r_3 \sin(v_3 - v_2) + x_3 r_1 r_2 \sin(v_2 - v_1) = x_2 r_1 r_3 \sin(v_3 - v_1).$$

Avec cette équation, nous comparons la suivante :

$$(48) \quad x_1 v'_1 \left(1 + \frac{\Pi Q_1}{r_1^2}\right) + x_3 v'_3 \left(1 + \frac{\Pi Q_3}{r_3^2}\right) = x_2 \left(1 - \frac{\Pi}{r_2^2}\right),$$

Π , Q_1 et Q_3 étant définis par les formules (24) comme fonctions des temps intermédiaires (réduits). On trouve alors pour v'_1 et v'_3 :

$$(49) \quad \left\{ \begin{array}{l} v'_1 = \frac{r_2 \sin(v_3 - v_2)}{r_1 \sin(v_3 - v_1)} \frac{1 - \frac{\Pi}{r_2^2}}{1 + \frac{\Pi Q_1}{r_1^2}}, \\ v'_3 = \frac{r_2 \sin(v_2 - v_1)}{r_3 \sin(v_3 - v_1)} \frac{1 - \frac{\Pi}{r_2^2}}{1 + \frac{\Pi Q_3}{r_3^2}}. \end{array} \right.$$

Les quantités v'_1 et v'_3 ont alors à figurer à la place de v_1 et v_3 dans le calcul de F, G et dans la suite.

Pour obtenir le facteur P nécessaire pour le calcul de $\sqrt{p}$ par (44) on détermine W par la formule

$$(50a) \quad \sin W = \frac{(r_1 r_3)^{\frac{1}{2}} \sin(v_3 - v_1)}{\sqrt{p}},$$

p étant le paramètre du système d'éléments approchés.

On a alors pour la suite

$$(50b) \quad \left\{ \begin{array}{l} P = \frac{W'' (r_1 r_3)^{\frac{3}{2}}}{k'' (t_3^0 - t_1^0)}, \\ \log k'' = 3,5500066. \end{array} \right.$$

W'' désignant l'angle W donné par (50a) en secondes d'arc.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens, de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. ESMIOL.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. dec.	R app.	log f. p.	φ app.	log f. p.	
(17) Thétis.									
1905.	h m s	m s			h m s				
Nov. 3.	10.22.17	+1.27,27	— 9.57,3	6.6	2.29.56,02	1,152 n	84.33.10,6	0,735 n	1
4.	10.46.30	+0.29,47	— 5.47,7	6.6	2.28.58,22	2,949 n	84.37.20,2	0,734 n	2
8.	10.52.38	+0.41,83	+13. 1,9	7.7	2.25.15,10	2,615 n	84.52.29,6	0,736 n	3
(57) Mnemosyne.									
Nov. 2.	11. 3.42	—1. 5,82	— 4.46,5	6.6	1.40.29,43	2,287	84.14.42,7	0,729 n	4
3.	10.47.41	—1.42,72	+ 3.48,0	5.5	1.39.52,53	3,350 n	84.23.17,3	0,731 n	5
8.	10. 2.58	+0.27,82	+ 4.55,5	7.7	1.36.57,43	2,644 n	85. 4.32,0	0,737 n	6
9.	9.54.42	+2.27,78	— 8.41,8	5.5	1.36.23,94	2,706 n	85.12.27,7	0,739 n	7
10.	10. 1.16	+1.55,86	— 0.56,7	7.7	1.35.52,02	2,509 n	85.20.12,8	0,740 n	8
11.	10. 6.50	+1.24,98	+ 6.34,8	5.5	1.35.21,14	2,061 n	85.27.44,3	0,741 n	9
(78) Diane.									
Déc. 15.	11.16. 8	+1.27,63	+ 2.35,1	6.6	6.59. 9,60	1,447 n	53.35.47,0	0,204 n	10
16.	10. 8.17	+0.34,71	+ 1.31,3	5.5	6.58.16,71	1,595 n	53.34.44,1	0,356 n	11
17.	10.12.25	—0.22,74	+ 0.38,5	5.5	6.57.19,28	1,578 n	53.33.50,3	0,333 n	12
19.	10. 3.36	—2.21,75	— 0.40,8	5.5	6.55.20,32	1,577 n	53.32.30,9	0,330 n	13
20.	10. 1.33	—0.37,40	— 6. 1,2	6.6	6.54.18,63	1,571 n	53.32.13,1	0,323 n	14
27.	10.14. 7	+2.37,38	+ 4. 1,1	7.7	6.46.33,74	1,454 n	53.35.14,9	0,209 n	15
28.	10.12.17	+1.28,09	+ 5.23,7	5.5	6.45.24,46	1,445 n	53.36.37,4	0,203 n	16
(335) Roberta.									
Nov. 9.	10.19.42	—0.41,62	+ 3.42,4	5.5	2.24.16,88	2,971 n	83.57.18,5	0,728 n	17
10.	10.34.29	—1.35,81	+ 7.51,1	5.5	2.23.22,70	2,755 n	84. 1.27,1	0,728 n	18
11.	10.27.47	+1.13,47	— 2.41,6	5.5	2.22.29,58	2,783 n	84. 5.24,5	0,728 n	19
12.	10. 2.37	+0.22,22	+ 0.58,8	5.5	2.21.38,33	2,993 n	84. 9. 4,9	0,730 n	20
14.	10. 2.23	—1.19,19	+ 8. 8,0	6.6	2.19.56,93	2,910 n	84.16.14,2	0,730 n	21
15.	10.16.11	—2. 9,01	+11.28,7	5.5	2.19. 7,11	2,669 n	84.19.35,0	0,731 n	22

Dates. T. m. Marseille. ΔR . ΔP . N. de c. R app. log f. p. P app. log f. p. ★

(446) Eternitas.

1905.		h	m	s				h	m	s							
V. 30.	10.	4.	12	—1.22,48	+ 3.51,5	6.6		3.44.51,98	1,115	n	64.21.	5,4	0,441	n	23		
X. 1.	10.12.23	—0.27,31	+ 6.38,5	6.6				3.43.50,94	1,015	n	64.21.26,1	0,434	n	24			
8.	10.16.53	—1.11,83	— 0. 1,8	7.7				3.37. 8,94	2,372	n	64.25. 7,5	0,426	n	25			
13.	10. 0.16	+1.26,01	+ 9.39,5	5.5				3.32.54,41	3,912	n	64.28.32,8	0,426	n	26			
15.	10.24.12	+1.13,80	+ 0.29,2	6.6				3.31.20,33	2,784		64.29.14,0	0,430	n	27			

◀ d'Encke.

C. 1.	6. 6. 6	—1.28,26	+ 6.29,2	6.6				21.12.33,58	1,241		80.32. 0,9	0,698	n	28			
4.	7. 5.26	+1. 2,78	— 6.18,3	6.6				21. 1.30,04	1,480		82.19.14,7	0,730	n	29			
6.	5.47.18	+0.57,56	+ 1.48,0	6.6				20.54.18,24	1,312		83.29.51,7	0,729	n	30			
8.	6.59.24	+1.19,77	— 2.31,1	5.5				20.46.34,05	1,521		84.45.53,0	0,751	n	31			
13.	5.44.52	—0.56,92	+ 3.51,3	5.5				20.26.51,43	1,455		88. 1.25,7	0,768	n	32			
15.	5.41.20	+1. 5,88	— 0.28,9	5.5				20.18.16,74	1,481		89.26.19,5	0,778	n	33			
16.	5.52.50	—2.16,50	— 0.54,4	5.5				20.13.47,12	1,516		90.11.17,9	0,782	n	34			
17.	6.24. 1	+2.31,43	— 6.18,2	3.3				20. 8.54,10	1,570		90.59.47,7	0,786	n	35			
21.	6. 5.56	+4.41,89	+ 3.25,3	4.4				19.49.29,81	1,588		94.13. 2,7	0,795	n	36			

◀ D 1904 (Giacobini).

C. 19.	17.51.48	—0.55,67	+ 7. 7,4	4.4				16.19.42,37	1,658	n	61.36.30,1	0,622	n	37			
20.	17.50.12	—0.39,25	+10. 3,6	5.5				16.22.15,07	1,660	n	61. 7.26,7	0,618	n	38			

(78) Diane.

1905.																	
SV. 3.	10.25.10	+0.31,81	+ 1.44,9	6.6				6.38.22,42	1,270	n	53.49.42,5	0,117	n	39			
11.	10.51.19	+1. 2,94	+ 0. 3,8	6.6				6.29.24,34	2,541	n	54.20. 1,5	0,061	n	40			
14.	9.59.43	+0. 3,87	— 3.46,7	5.5				6.26.24,11	1,074	n	54.34.37,6	0,106	n	41			

(79) Eurynome.

PT. 11.	11.54.15	—0.59,31	— 1.43,8	5.5				0.19.57,92	1,080	n	83.21.35,8	0,723	n	42			
12.	11.40. 6	—1.37,28	+ 4.25,0	5.5				0.19.19,96	1,138	n	83.27.44,5	0,725	n	43			
19.	10.39.15	—0.48,91	+ 2.25,9	5.5				0.14.26,04	1,272	n	84.16.14,9	0,735	n	44			
20.	11. 1.43	—1.35,11	+10. 9,5	5.5				0.13.39,84	1,145	n	84.23.58,4	0,734	n	45			
25.	11.32.41	—0.25,99	+ 8.15,5	7.7				0. 9.44,75	2,590	n	85. 4.15,4	0,737	n	46			
27.	10. 2. 5	+4.12,26	— 2.25,1	5.5				0. 8.11,86	1,269	n	85.20.33,1	0,744	n	47			
T. 2.	9.41. 0	—0.24,54	+ 9.29,9	6.6				0. 4.16,06	2,870	n	86. 3.19,0	0,750	n	48			

(82) Alcmène.

T. 26.	11.29.36	—0.51,35	+ 0.50,3	5.5				1.29.27,66	2,551		80.34.26,3	0,691	n	49			
27.	10.53.48	+1.39,01	+ 8.47,2	6.6				1.28.35,61	2,371	n	80.38.33,1	0,691	n	50			
28.	10.23. 2	+0.47,78	+12.52,0	6.6				1.27.44,39	2,864	n	80.42.37,8	0,693	n	51			

Dates. T. m. Marseille. $\Delta R.$ $\Delta T.$ N. dec. R. app. log f. p. $\mathcal{P}$ app. log f. p. δ

(84) Clio.

1905.		h	m	s	m	s		h	m	s							
SEPT.	5.	11.	1.	31	+0.37,05	— 5.26,6	6.6	22.41.	4,83	2,896 n	92.39.	7,1	0,801 n	56			
	6.	11.	20.	20	—0.25,54	— 9.17,0	7.7	22.40.	2,24	2,535 n	92.35.	16,7	0,801 n	58			
	7.	10.	55.	40	—1.25,75	—12.59,3	6.6	22.39.	2,03	2,852 n	92.31.	34,3	0,800 n	56			
	9.	10.	56.	51	—0.43,84	— 7.54,1	6.6	22.37.	1,48	2,690 n	92.24.	17,5	0,799 n	55			
	11.	11.	16.	50	—1.31,48	+ 0.59,2	5.5	22.35.	3,70	3,733	92.17.	8,6	0,799 n	56			
	12.	11.	7.	28	—2.27,93	— 2.24,7	6.6	22.34.	7,25	3,454 n	92.13.	44,6	0,798 n	57			
	14.	10.	6.	48	—0. 3,69	— 0.28,9	5.5	22.32.	19,51	2,984 n	92. 7.	9,6	0,797 n	56			
	19.	10.	12.	48	+0.26,18	— 8.47,1	5.5	22.28.	7,63	2,631 n	91.51.	6,4	0,795 n	56			
	20.	10.	24.	58	—0.19,47	—11.57,4	5.5	22.27.	21,98	2,045 n	91.47.	56,1	0,795 n	60			

(356) Liguria.

SEPT.	21.	12.	7.	14	—1.27,09	— 2. 7,2	5.5	0. 4.24,49	3,755	88.25.59,7	0,768 n	61
	22.	10.	18.	46	—2.20,33	— 0.28,6	5.5	0. 3.31,25	1,262 n	88.27.38,2	0,769 n	60
	27.	10.	39.	54	+2.41,73	+ 8.19,5	5.5	23.58.38,61	1,007 n	88.36.35,8	0,770 n	63
	28.	10.	36.	50	+1.43,46	+10.14,4	5.5	23.57.40,35	2,992 n	88.38.30,7	0,770 n	64
	29.	10.	23.	37	+0.45,55	+12. 1,8	5.5	23.56.42,44	1,054 n	88.40. 8,2	0,770 n	65
	30.	10.	27.	52	—0.12,31	+13.55,6	6.6	23.55.44,58	2,985 n	88.42.12,0	0,770 n	66
OCT.	2.	10.	2.	42	—1.11,18	+ 6.36,9	6.6	23.53.50,22	1,096 n	88.45.53,0	0,771 n	67
	17.	11.	10.	51	+2.41,49	—18. 7,9	5.5	23.41. 6,90	1,128	89. 6.21,5	0,771 n	68
	18.	10.	4.	10	+2. 0,12	—17.26,8	5.5	23.40.25,53	2,282	89. 7. 2,6	0,774 n	69
	19.	9.	54.	52	+1.19,91	—16.53,3	5.5	23.39.45,31	2,039	89. 7.36,2	0,774 n	70
	21.	9.	57.	1	+0. 4,53	—15.59,3	5.5	23.38.29,92	2,531	89. 8.30,2	0,774 n	71

(444) Gyptis.

SEPT.	5.	10.	2.	35	—0.41,26	+14.10,0	5.5	23. 3. 6,72	1,344 n	86. 4. 1,2	0,751 n	72
	6.	10.	45.	10	+2.12,29	— 3. 2,0	5.5	23. 2.24,09	1,146 n	86.13.29,7	0,750 n	73
	7.	10.	6.	33	+1.32,85	+ 6.12,7	5.5	23. 1.44,66	1,302 n	86.22.44,3	0,753 n	74
	19.	9.	49.	18	+2.46,83	— 8.57,8	5.5	22.53.57,09	1,131 n	88.23.59,0	0,768 n	75
	20.	10.	1.	13	+2.11,25	+ 0.55,6	5.5	22.53.21,51	1,015 n	88.33.52,4	0,769 n	76
	21.	9.	55.	36	+1.37,19	+11.16,2	5.5	22.52.47,45	1,022 n	88.44.13,0	0,771 n	77
	22.	10.	1.	21	+0.19,61	— 8.29,7	5.5	22.52.13,12	2,938 n	88.54.41,2	0,772 n	78
	25.	10.	59.	7	+0.25,86	— 0.37,8	7.7	22.50.36,55	2,667	89.25.29,2	0,776 n	79
	29.	9.	53.	1	— 0.38,53	+ 0. 7,3	5.5	22.48.47,12	2,651 n	90. 5.10,8	0,782 n	80
	30.	10.	1.	54	—1. 3,58	+ 9.56,1	5.5	22.48.22,07	2,299 n	90.14.59,5	0,783 n	81
OCT.	5.	10.	9.	35	+0.45,36	— 2.24,6	6.6	22.46.37,94	2,254	91. 2. 7,6	0,789 n	82
	6.	9.	57.	10	+0.29,36	+ 6.27,4	5.5	22.46.21,93	1,285	91.10.59,6	0,790 n	83
	17.	9.	37.	2	+1.18,18	— 0.27,0	5.5	22.45. 6,97	2,813	92.38.16,8	0,801 n	84
	18.	9.	40.	41	+1.20,81	+ 6.18,0	5.5	22.45. 9,59	2,897	92.45. 1,8	0,802 n	85
	19.	9.	39.	47	+0.20,45	+ 0.22,7	6.6	22.45.13,39	2,926	92.51.44,9	0,803 n	86
	21.	9.	37.	34	+0.34,68	+12.51,3	5.5	22.45.27,60	2,975	93. 4.13,6	0,804 n	87

Intes. T. m Marseille. ΔM. ΔP. N. de c. Rapp. log f. p. Papp. log f. p. ★

(444) Gyptis.

1905.	h	m	s	m	s	.	h	m	s	.	h	m	s	.	h	m	s	.
T. 26.	9.49.21	—2.55,55	+10.39,9	5.5	22.46.30,61	1,174	93.31.56,2	0,806	n	88								
27.	9.50.21	+0.16,04	—7.14,0	7.7	22.46.47,11	1,198	93.36.48,4	0,807	n	89								
28.	9.54.58	+0.35,27	—2.37,8	5.5	22.47. 6,33	1,235	93.41.24,7	0,807	n	90								
31.	10.38.23	+1.42,76	+10. 2,8	4.4	22.48.13,79	1,414	93.54. 5,4	0,804	n	91								

(455) Bruchsalia.

PT. 27.	11.32.35	+0.16,98	+2. 3,6	7.7	0.56. 5,69	1,068	n	109.55.43,8	0,893	n	92
T. 2.	10.26. 8	—0. 3,57	—0.33,0	6.6	0.51.47,29	1,294	n	109.56.45,8	0,884	n	93
5.	11. 9.21	+1.44,07	—3.22,9	5.5	0.49. 7,71	2,941	n	109.52.31,5	0,894	n	94
6.	10.17. 2	+0.53,12	—5.20,3	6.6	0.48.16,77	2,800	n	109.50.34,2	0,895	n	95
17.	10.57.41	+1.22,02	—5.43,6	5.5	0.39.21,78	2,393		109. 1.55,5	0,893	n	96
18.	10.24.15	+0.40,43	—12. 5,1	5.5	0.38.40,19	2,737	n	108.55.34,1	0,892	n	97
19.	10.24.47	+3.52,60	—11.30,9	5.5	0.37.58,48	2,646	n	108.49. 8,7	0,891	n	98
21.	10.21.57	+0.43,66	+9.36,6	5.5	0.36.40,42	2,501	n	108.33.40,6	0,890	n	99
26.	10.26. 6	—2.21,75	+1.47,2	5.5	0.33.50,98	2,363		107.50.42,9	0,888	n	100
27.	10.15.16	—2.51,06	—7.40,3	5.5	0.33.21,66	3,920		107.41.15,5	0,887	n	101
28.	10.52.21	+1.22,04	—10.59,8	5.5	0.32.53,85	2,952		107.30.54,0	0,884	n	102
31.	10.58.43	+0.36,00	—5.20,0	4.4	0.31.43,76	1,101		106.59.56,3	0,880	n	103

(511) Davida.

T. 21.	10.57.38	+2.19,67	+4.37,5	5.5	1.57.50,48	1,070	n	104. 4.45,8	0,867	n	104
26.	11. 2.57	—1. 6,37	—2. 9,9	5.5	1.53.50,87	2,809	n	104.17.41,0	0,871	n	105
27.	11.26.14	—1.55,05	—0.13,7	5.5	1.53. 2,20	3,916	n	104.19.37,3	0,872	n	106
28.	11.32.19	—2.42,71	+1.26,9	5.5	1.52.14,54	2,101		104.21.18,0	0,872	n	107
31.	11.21.27	—0. 9,19	+1.57,2	7.7	1.49.54,11	2,279		104.24.36,5	0,872	n	108

PS 1905.

SV. 13.	11.25.31	—0.47,85	—0.47,1	7.7	8.28.10,91	1,247	n	71.16. 2,8	0,581	n	109
14.	10.22.11	—1.48,79	—2.30,5	5.5	8.27. 9,98	1,442	n	71.14.19,1	0,610	n	110
18.	11.40.31	+0. 7,81	+1.48,4	10.10	8.22.46,12	1,013	n	71. 6.50,6	0,566	n	111
19.	10.24.43	—0.54,73	+0. 1,7	5.5	8.21.43,59	1,361	n	71. 5. 3,9	0,593	n	112
28.	10.25.13	+1.20,29	—11.48,0	5.5	8.11.52,20	1,175	n	70.49.16,8	0,568	n	113
30.	10.35.53	—0.45,35	—14.55,3	5.5	8. 9.46,56	1,112	n	70.46. 9,5	0,564	n	114
31.	10.10.28	+3.25,20	+3. 7,6	5.5	8. 8.45,71	1,174	n	70.44.34,8	0,567	n	115

« e 1904 (Borrelly).

IV. 1.	7.31.23	—2.40,23	+7.27,9	5.5	1.17.21,47	1,029		97.36.22,3	0,833	n	116
2.	7. 3.16	+2.10,02	+8.41,0	5.5	1.18.40,03	2,773		96.48.12,9	0,829	n	117
5.	6. 0.53	+1.43,95	—1.44,5	5.5	1.22.46,91	2,642	n	94.23.39,0	0,814	n	118
7.	7. 4.24	+2.35,61	+12.46,5	5.5	1.25.46,39	2,927		92.44.32,5	0,802	n	119

Dates. T. m. Marseille. $\Delta R.$ $\Delta \varphi.$ N. dec. R app. log. f. p. φ app. log. f. p.

de 1904 (Borrelly).

1905.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
JANV. 11.	9.52.43	+2.14,57	— 5.20,0	7.7	1.32. 8,92	1.55.1	89.26.44,6	0,778						
12.	10.16. 1	—1.56,37	+ 4.36,3	5.5	1.33.48,86	1.58.1	88.38.38,0	0,776						
24.	8. 1.35	—0.11,39	—13.58,9	5.5	1.55. 8,12	1.40.0	79.35.53,4	0,698						
28.	6.23.20	—2.45,46	+ 1.42,2	6.6	2. 2.57,28	2.978	76.47.28,8	0,647						
29.	7.34. 7	+0.37,47	+ 0.56,0	6.6	2. 5. 7,97	1.353	76. 2.26,9	0,655						
30.	6.40.22	+2. 1,34	— 2. 3,2	6.6	2. 7. 6,89	1.129	75.23.36,1	0,633						
31.	7.45. 3	—1.25,49	+ 3.19,8	5.5	2. 9.19,06	1.371	74.40.40,5	0,641						

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1901,0.	Réd. au J.	φ moy 1901,0.	Réd. au J.	Autorités.
1.	8	2.28.25,12	+3,63	84.43.20,4	—12,5	426 W ₁ 2 h.
2.	"	"	+3,63	"	—12,5	Id.
3.	8	2.24.29,62	+3,65	84.39.40,4	—12,7	362 W ₁ 2 h.
4.	8,9	1.41.31,69	+3,56	84.19.45,3	—16,1	702 W ₁ 1 h.
5.	"	"	+3,56	"	—16,0	Id.
6.	4,6	1.36.26,07	+3,54	84.59.52,8	—16,3	v Poissons (<i>C. des T.</i>).
7.	9	1.33.52,63	+3,53	85.21.25,7	—16,2	538 W ₁ 1 h.
8.	"	"	+3,53	"	—16,2	Id.
9.	"	"	+3,53	"	—16,2	Id.
10.	6,5	6.57.37,08	+4,89	53.32.55,0	+16,9	Zones de Lund 139, 148.
11.	"	"	+4,92	"	+16,8	Id.
12.	"	"	+4,94	"	+16,8	Id.
13.	"	"	+4,99	"	+16,7	Id.
14.	9,1	6.54.51,01	+5,02	53.37.58,0	+16,3	1549 Arg. Z. + 36°.
15.	9	6.43.51,16	+5,20	53.30.59,3	+14,5	1236 W ₂ 6 h.
16.	"	"	+5,21	"	+14,4	Id.
17.	9	2.24.54,83	+3,67	83.53.48,6	—12,5	366 W ₁ 2 h.
18.	"	"	+3,68	"	—12,6	Id.
19.	7	2.21.12,44	+3,67	84. 8.18,9	—12,8	3026 Paris.
20.	"	"	+3,67	"	—12,8	Id.
21.	"	"	+3,68	"	—12,7	Id.
22.	"	"	+3,68	"	—12,6	Id.
23.	8	3.46. 9,95	+4,51	64.17.19,7	— 5,8	1883 Cambridge Engl.
24.	8,9	3.44.13,74	+4,51	64.14.53,7	— 6,1	1865 Cambridge Engl.
25.	8,0	3.38.16,24	+4,53	64.25.16,4	— 7,1	1820 Cambridge Engl.
26.	8,0	3.31.23,88	+4,52	64.19. 1,4	— 8,1	1758 Cambridge Engl.
27.	9,1	3.30. 2,02	+4,51	64.28.53,1	— 8,3	576 Arg. Z. + 25°.
28.	9	21.14. 3,74	+1,90	80.25.55,9	—24,2	27979 M ₁ .

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

241

Gr.	R moy. 1904,0. ^{h m s}	Réd. au j.	Q moy. 1904,0.	Réd. au j.	Autorités.
8,9	21. 0.25,46	+1,80	82.25.56,0	-23,0	1483 W ₁ 20 h.
8	20.53.18,94	+1,74	83.28.25,9	-22,2	29275 Paris.
7	20.45.12,59	+1,69	84.48.45,5	-21,4	28996 Paris.
8	20.27.46,75	+1,60	87.57.53,8	-19,4	28383 Paris.
9	20.17. 9,30	+1,56	89.27. 6,8	-18,4	27989 Paris.
9	20.16. 2,06	+1,56	90.12.30,4	-18,1	24031 M ₁ .
5	20. 6.21,12	+1,55	91. 6.23,4	-17,5	0 Aigle (<i>C. des T.</i>).
8	19.44.46,42	+1,50	94. 9.53,0	-15,6	1069 W ₁ 19 h.
8,5	16.20.37,53	+0,51	61.29.20,5	+ 2,2	7635 Cambridge Engl.
9,1	16.22.53,83	+0,49	60.57.20,8	+ 2,3	7654 Cambridge Engl.
	R moy. 1903,0.		Q moy. 1903,0.		
6	6.37.49,35	+1,26	53.47.47,7	+ 9,9	Zones de Lund 139, 148.
9,2	6.28.20,08	+1,32	54.19.48,8	+ 8,9	Zones de Lund 139, 148.
6,7	6.26.18,91	+1,33	54.38.15,7	+ 8,6	Zones de Lund 153, 157.
8,9	0.20.54,35	+2,88	83.23.36,6	-17,0	304 W ₁ 0 h.
"	"	+2,89	"	-17,1	Id.
7,2	0.15.12,00	+2,95	84.14. 7,1	-18,1	134 Yarnall, 3 ^e édition.
"	"	+2,95	"	-18,2	Id.
8	0.10. 7,76	+2,98	84.56.18,6	-18,7	49 Glasgow.
8,5	0. 3.56,62	+2,98	85.23.17,2	-19,0	21 Yarnall, 3 ^e édition.
9	0. 4.37,62	+2,98	85.54. 8,3	-19,2	12 W ₁ 0 h.
9	1.30.15,77	+3,24	80.33.51,7	-15,7	234 Toulouse.
8	1.26.53,37	+3,24	80.30. 1,7	-15,8	1883 Paris.
"	"	+3,24	"	-15,9	Id.
9	22.40.24,95	+2,83	92.44.53,7	-20,0	5729 Varsovie.
"	"	+2,83	"	-20,0	Id.
"	"	+2,83	"	-20,1	Id.
8,9	22.37.42,48	+2,84	92.32.31,8	-20,2	5725 Varsovie.
10	22.36.32,34	+2,84	92.16.29,7	-20,3	31413 M ₁ .
"	"	+2,84	"	-20,4	Id.
10	22.32.20,36	+2,84	92. 7.59,0	-20,5	31286 M ₁ .
8,9	22.27.38,63	+2,82	92. 0.14,2	-20,7	32286 Paris.
"	"	+2,82	"	-20,7	Id.
7	0. 5.48,66	+2,92	88.28.25,6	-18,7	96 Paris.
"	"	+2,92	"	-18,8	Id.
9	23.55.53,94	+2,94	88.28.35,6	-19,3	11862 Rümker.
"	"	+2,95	"	-19,3	Id.
"	"	+2,95	"	-19,4	Id.
"	"	+2,95	"	-19,4	Id.
9	23.54.58,45	+2,95	88.39.35,5	-19,4	32942 M ₁ .
8	23.38.22,53	+2,88	89.24.49,3	-19,9	32702 M ₁ .
"	"	+2,88	"	-19,9	Id.
"	"	+2,87	"	-19,8	Id.
"	"	+2,86	"	-19,8	Id.

★	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. au J.	Q moy. 1905,0.	Réd. au J.	Autorités.
72.	8,9	23. 3.45 ^h 12 ^m	+2,86	85.50.10 ^s ,7	-19,5	1285 W ₁ 22 h.
73.	7,8	23. 0. 8,94	+2,86	86.16.51,3	-19,6	33137 Paris.
74.	"	"	+2,87	"	-19,7	Id.
75.	8	22.51. 7,39	+2,87	88.33.17,5	-20,7	31772 M ₁ .
76.	"	"	+2,87	"	-20,7	Id.
77.	"	"	+2,87	"	-20,7	Id.
78.	9	22.51.50,65	+2,86	89. 3.21,6	-20,7	31790 M ₁ .
79.	6	22.50. 7,84	+2,85	89.26.27,8	-20,8	31749 M ₁ .
80.	8	22.49.22,82	+2,83	90. 5.24,3	-20,8	31727 M ₁ .
81.	"	"	+2,83	"	-20,9	Id.
82.	7,8	22.45.49,79	+2,79	91. 4.53,0	-20,8	32786 Paris.
83.	"	"	+2,78	"	-20,8	Id.
84.	9	22.43.46,11	+2,68	92.39. 4,1	-20,3	31612 M ₁ .
85.	"	"	+2,67	"	-20,3	Id.
86.	9,8	22.44.50,28	+2,66	92.51.42,4	-20,2	5746 Varsovie.
87.	"	"	+2,64	"	-20,1	Id.
88.	9,8	22.49.23,55	+2,61	93.21.36,0	-19,7	5762 Varsovie.
89.	9	22.46.28,49	+2,58	93.44.22,0	-19,6	5751 Varsovie.
90.	"	"	+2,57	"	-19,5	Id.
91.	"	"	+2,54	"	-19,4	Id.
92.	8	0.55.45,95	+2,76	109.53.57,8	-17,6	179 Arg. Z. — 20°.
93.	7,8	0.51.48,05	+2,81	109.57.35,9	-17,1	167 Arg. Z. — 20°.
94.	8,9	0.47.20,81	+2,83	109.56.11,3	-16,9	387 W _{sud} .
95.	"	"	+2,84	"	-16,8	Id.
96.	10	0.37.56,89	+2,87	109. 7.54,7	-15,6	Zones de Washington 14
97.	"	"	+2,87	"	-15,5	Id.
98.	10	0.34. 3,02	+2,86	109. 0.55,0	-15,4	Id.
99.	9	0.35.53,90	+2,86	108.24.19,2	-15,2	Id.
100.	9	0.36. 9,87	+2,86	107.49.10,3	-14,6	Zones de Wash., 2 ^e sér., 74.
101.	"	"	+2,85	"	-14,5	Id.
102.	9,2	0.31.28,97	+2,84	107.42. 8,3	-14,5	89 Arg. Z. — 17°.
103.	7,8	0.31. 4,94	+2,83	107. 5.30,5	-14,2	Zones de Wash., 2 ^e sér., 74.
104.	8	1.55.27,88	+2,93	104. 0.22,0	-13,7	945 W ₁ 1 h.
105.	7,8	1.54.54,29	+2,95	104.20. 3,9	-13,0	2480 Paris.
106.	"	"	+2,96	"	-12,9	Id.
107.	"	"	+2,96	"	-12,8	Id.
108.	8,6	1.50. 0,33	+2,97	104.22.51,8	-12,5	Zones de Wash., 2 ^e sér., 82.
109.	7,8	8.28.57,71	+1,05	71.16.38,4	+11,5	$\frac{1}{2}$ (605 + 606) W ₂ 8 h.
110.	"	"	+1,06	"	+11,2	Id.
111.	8,9	8.22.37,17	+1,14	71. 4.50,5	+11,7	455 W ₂ 8 h.
112.	"	"	+1,15	"	+11,7	Id.
113.	8	8.10.30,66	+1,25	71. 0.53,0	+11,8	147 W ₂ 8 h.
114.	"	"	+1,25	"	+11,8	Id.
115.	9,10	8. 5.18,25	+1,26	70.41.15,5	+11,7	16 W ₂ 8 h.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES. 243

Gr.	Δ moy. 1903,0.	Réd. auj.	Φ moy. 1905,0.	Réd. auj.	Autorités.
8	^h 1.20. ^m 1,82 ^s —0,12	97.28.45,3	+ 9,1	283 W ₁ 1 h.	
6,5	1.16.30,16 —0,15	96.39.23,1	+ 8,8	1704 Paris.	
7,6	1.21. 3,10 —0,14	94.25.15,1	+ 8,4	332 Radcliffe.	
7,8	1.23.10,91 0,13	92.31.38,0	+ 8,0	342 Radcliffe.	
7,8	1.29.54,46 —0,11	89.31.57,2	+ 7,4	1951 Paris.	
9	1.35.45,31 —0,08	88.33.54,3	+ 7,4	586 W ₁ 1 h.	
8,9	1.55.19,56 —0,05	79.49.46,6	+ 5,7	935 W ₁ 1 h.	
8,9	2. 5.42,77 —0,03	76.45.41,4	+ 5,2	21 W ₁ 2 h.	
8,7	2. 4.30,54 —0,04	76. 1.25,9	+ 5,0	338 Arg. Z. + 13°.	
8,9	2. 5. 5,60 —0,05	75.25.34,4	+ 4,9	2682 Paris.	
8	2.10.44,58 —0,03	74.37.15,9	+ 4,8	495 Glasgow.	

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

TRAVAUX CONCERNANT LES RÉFRACTIONS ASTRONOMIQUES.

BAUSCHINGER (J.). — **UNTERSUCHUNGEN UBER DIE ASTRONOMISCHE REFRACTION.** (Extrait du tome III des *Annales de l'Observatoire de Munich.*) Munich, 1896; in-4°, 188 pages.

GROSSMANN (E.). — **BEOBACHTUNGEN AM REPSOLD'SCHEN MERIDIANKREISE IN WIEN-OTTAKRING.** (Extrait du tome 27 des *Mémoires de la Société royale de Leipzig.*) Leipzig, 1901; in-8°, 210 pages.

COURVOISIER (L.). — **UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ASTRONOMISCHE REFRACTION.** (*Publications de l'Observatoire de Heidelberg*, t. III.) Carlsruhe, 1904; in-4°, 236 pages.

En 1881, au moment où je corrigeais les épreuves des *Recherches sur la Théorie des réfractions astronomiques*, qui ont paru dans le tome XVI des *Annales de l'Observatoire de Paris*, j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'entretenir l'amiral Mouchez des *desiderata* qui subsistaient encore et qu'il paraissait utile de désigner à l'attention des astronomes : détermination plus exacte des constantes qui entrent dans l'expression des réfractions; étude suivie de l'inclinaison variable des couches atmosphériques d'égale densité, dans les salles d'observation et en plein air, jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du sol. L'amiral pensait que

cette étude pourrait être entreprise à l'aide d'un ballon captif. Peu de temps après, ainsi que le constate le *Rapport annuel* pour 1882, un ballon de 60^m fut construit dans les ateliers de Chalais-Meudon, sous la direction du capitaine (plus tard colonel) Renard; il devait, à l'aide du gaz d'éclairage ordinaire, enlever à 400^m ou 500^m de hauteur, en temps calme, les baromètres, thermomètres et hygromètres enregistreurs, construits par la maison Richard. On espérait pouvoir, dans des circonstances particulières, aller jusqu'à 700^m ou 800^m en employant l'hydrogène.

« Les premiers essais, dit le Rapport, montrent qu'on ne pourra guère faire ces études qu'avec une vitesse de vent ne dépassant pas 4^m à 5^m par seconde; il n'y a pas à regretter beaucoup cette limite assez resserrée de la possibilité des observations, car c'est surtout pendant les calmes complets que se manifestent ces grandes et fréquentes inversions des lois de décroissance des températures, nouvellement constatées, qui doivent très sensiblement troubler les réfractions astronomiques et que nous nous proposons d'étudier avec ces appareils. » Pour établir l'inclinaison des surfaces de niveau, il fut question de faire les mêmes observations sur le méridien de l'Observatoire de Paris, aux deux extrémités de la ville, au nord à l'observatoire des aéronautes de Montmartre, au sud à l'observatoire de Montsouris. On consulterait toujours l'anémomètre Bourdon pour connaître l'état du vent, et par suite le moment favorable aux expériences.

Le *Rapport* pour l'année 1883 nous apprend que les expériences ont dû être abandonnées. « L'essai d'un petit ballon captif pour la détermination de la température à grande hauteur n'a pas réussi jusqu'ici : avec un ballon de 60^m, gonflé avec du gaz d'éclairage, la force ascensionnelle n'est pas suffisante; le moindre vent le rabat à plus de 45°. Il faudrait pouvoir employer de l'hydrogène, ce qui n'est guère possible dans les conditions où nous nous trouvons, et il faudrait, en outre, que le ballon pût être conservé gonflé sous un abri pour pouvoir être enlevé dès qu'une accalmie bien complète se produit, ce qui est également impossible sur le haut de l'Observatoire. Il nous fallait 4 heures pour gonfler le ballon, et, s'il faisait calme au début de l'opération, le vent reprenait toujours avant qu'on fût prêt. Enfin les secousses imprimées par le vent au ballon et à la petite nacelle en osier, contenant l'appareil d'enregistrement, faisaient tellement vibrer le levier enregistreur, que toute indication utile devenait impossible. Cet échec provient surtout du manque d'emplacement favorable et des mauvaises conditions dans lesquelles nous nous trouvons, dans l'Observatoire actuel, pour la plupart des observations de Physique du Globe. »

Depuis cette époque, l'exploration de l'atmosphère par le moyen des ballons a fait de grands progrès. Les ascensions scientifiques, les lance-

ments de ballons-sondes, se sont multipliés, un peu partout, enrichissant la Météorologie d'une foule de données précieuses; l'emploi des cerfs-volants et l'établissement de stations d'observation au sommet d'édifices très élevés, comme la tour Eiffel, ont permis de formuler les lois de décroissance de la température avec l'altitude, et de démontrer que l'inversion est un phénomène constant et général. On connaît donc, en gros, les variations périodiques de l'état des couches supérieures; mais il faudrait pouvoir les constater d'une manière précise au moment même où se feraient les mesures des distances zénithales pour la détermination des réfractions. Il conviendrait de combiner les observations astronomiques avec des mesures de la réfraction terrestre et des observations météorologiques, échelonnées dans la direction de la ligne de visée, et à une certaine hauteur au-dessus du sol. Il semble que cela pourrait se faire, sans trop de frais, avec des appareils enregistreurs. On arriverait ainsi à connaître, sur une assez grande étendue, la pente des surfaces d'égale densité, et leur distribution dans le sens vertical, aux heures où se font les observations. Il faudrait, bien entendu, placer aussi cinq ou six thermomètres, à des niveaux différents, dans la salle d'observation, comme l'ont fait les astronomes de Munich, de Vienne et de Heidelberg; il est clair que la stratification des couches ne sera pas, en général, la même à l'intérieur et à l'extérieur. La situation et les conditions d'installation de chaque observatoire entraîneront, sans doute, des anomalies locales de la réfraction qu'il importe de connaître et dont il faudra tenir compte. On a été amené à s'en préoccuper, dans ces derniers temps, par l'étude, si délicate, des variations de la latitude.

La question des constantes qui figurent dans les formules de réfraction (indice de réfraction de l'air sec ou humide, coefficient thermométrique, etc.) a été abordée plus d'une fois depuis vingt ans.

La constante principale α , qui dépend de l'indice de réfraction de l'air, ne diffère pas beaucoup de $60''$, pour $t = 0^{\circ}\text{C.}$ et $B = 0^{\text{m}}, 76$. La *Connaissance des Temps* a conservé la valeur ($\alpha = 60'', 616$) que Delambre a déduite des observations de Piazzini et de quelques centaines de hauteurs du Soleil qu'il avait observées à Bourges, depuis 70° jusqu'à $90^{\circ}20'$ de distance au zénith. Bessel adopte $60'', 320$ dans les *Fundamenta*, et $60'', 440$ dans les *Tabulæ Regiomontanæ*. C'est cette dernière valeur, assez généralement employée, que j'ai provisoirement conservée dans mes Tables. Il paraît bien établi aujourd'hui qu'elle est un peu trop grande.

Il faut dire que déjà, en 1857, R. Main avait trouvé qu'à partir de 82° les réfractions de Bessel étaient trop grandes. A son tour Stone, en 1867, avait proposé de diminuer la constante de $0,0053$ de sa valeur, et de la réduire ainsi à $60'', 120$. Mais M. Christie, en 1881, soutenait que cette

diminution n'était point justifiée. Cependant Gylden, dans les Tables de réfractions publiées en 1870 pour l'usage de l'Observatoire de Poulkova, avait réduit la constante à $60'',268$, et V. Fuss, dans ses Recherches sur les réfractions astronomiques (1891), avait trouvé $\alpha = 60'',122$. (Tous ces nombres supposent que la constante α est définie de la même manière que dans mes Tables.)

Les observations faites au cercle vertical de Poulkova, de 1861 à 1875, donneraient, d'après M. Bauschinger, qui les a soumises à une nouvelle réduction plus complète, $\alpha = 60'',209$. Par les observations de 1882-1891, Nyrén trouve $60'',058$. Les observations de Greenwich (1877-1886) donneraient, d'après Newcomb, $60'',192$. A l'observatoire Lick, Tucker a constaté aussi la nécessité de diminuer α . Enfin M. Bauschinger, à Munich (1896), a trouvé $\alpha = 60'',104$, et M. Courvoisier, à Heidelberg (1904), $\alpha = 60'',161$.

La moyenne des huit déterminations modernes serait $60'',154$, ce qui représente une diminution relative de 0,0048, à peine différente de celle que Stone avait réclamée en 1867 et en 1880. Mais la question ne sera sans doute définitivement tranchée que lorsque nous serons en possession de résultats obtenus par la belle méthode d'observation que M. Lœwy a imaginée en 1886, et qui repose sur l'emploi d'un double miroir taillé dans un bloc de verre, et placé devant l'objectif d'un équatorial (*Comptes rendus*, t. CII, 1886; t. CXII, 1891; CXL, 1905). Le prisme à réflexions extérieures qui réalise le double miroir constitue, en quelque sorte, un compas d'ouverture constante : il réunit, dans le champ de la lunette, les images de deux astres séparés par un arc égal au double de l'angle du prisme; un prisme de 45° rapproche les images de deux étoiles écartées de 90° ; si l'écart est de 120° , il faut un prisme de 60° à réflexions extérieures ou intérieures, etc. Des mesures micrométriques ordinaires font alors connaître les variations que peut subir la distance des deux étoiles dans le cours d'une soirée, à mesure qu'elles s'approchent ou s'éloignent du zénith, variations qui sont causées par la réfraction et permettent de la mesurer plus sûrement que par les anciens procédés.

Des circonstances particulières ont retardé l'application de la nouvelle méthode à la détermination des réfractions. Elle n'a encore été employée qu'en Amérique, à Madison, où M. Comstock en a fait l'essai après avoir modifié le dispositif de M. Lœwy (*Bull.*, XII, 529; XIII, 404; *Comptes rendus*, t. CXXII). Il est à souhaiter que de nouvelles expériences soient entreprises dans cette direction. On pourrait d'ailleurs essayer de se servir de l'héliomètre pour mesurer, tour à tour, le même arc dans la position verticale, à une faible hauteur, et dans la position horizontale, près du zénith, comme je l'ai proposé en 1887 (*Bull.*, t. IV,

p. 49). On obtiendrait ainsi la valeur de α par des mesures micrométriques directes, en reliant entre elles quelques étoiles espacées de 1° ou 2° .

Pour le moment, les valeurs que l'on assigne aux constantes de la réfraction reposent principalement sur la discussion des observations méridiennes, et en particulier sur les observations de circompolaires. Parmi les travaux récents qui ont eu pour objet la détermination de ces constantes par les méthodes usuelles, il faut citer en première ligne ceux de M. Bauschinger, de M. Grossmann et de M. Courvoisier. Il y a lieu d'espérer que, grâce à l'initiative éclairée de M. le général Bassot, des recherches analogues seront entreprises à l'Observatoire de Nice, dans de très bonnes conditions.

Les recherches de M. Bauschinger ont été exécutées à l'Observatoire de Munich, de 1891 à 1893, à l'aide d'un nouveau cercle méridien de Repsold. Un résumé des résultats, publié en 1895, m'a déjà fourni l'occasion d'en entretenir les lecteurs du *Bulletin* (voir t. XII, p. 389). Le Mémoire très étendu qui en donne les détails a paru en 1896, dans le tome III des *Annales* de l'Observatoire, et il ne sera pas inutile de nous y arrêter, avant de parler du travail de M. Courvoisier, qui a paru, en 1904, dans les *Publications* de l'Observatoire d'Heidelberg, et de celui de M. Grossmann, dont la première partie a été publiée à Leipzig, en 1901.

Le Mémoire de M. Bauschinger doit être considéré comme un travail de haute valeur. Il remplit près de 200 pages in-quarto, et contient, en dehors des recherches sur la réfraction astronomique qui en forment l'objet principal, une détermination de la latitude de Munich et de ses variations pendant deux ans, ainsi qu'un Catalogue des déclinaisons absolues de 116 étoiles fondamentales. Les premiers Chapitres sont consacrés à la description du cercle de Repsold et à l'exposé des procédés d'investigation des erreurs instrumentales. Nous apprenons que l'instrument a des qualités exceptionnelles, et que la flexion, par exemple, a été trouvée à peu près nulle. Les erreurs de division du cercle n'ont été déterminées que de $5''$ en $5''$, et l'on a préféré n'en pas tenir compte; il en résulte une incertitude de $\pm 0'',23$ pour la moyenne des lectures des quatre microscopes. C'est aussi là l'origine des écarts entre les résultats obtenus dans les deux positions de la lunette (cercle à l'ouest la première année, cercle à l'est l'année suivante). Le Tableau où l'on a réuni toutes les déterminations du nadir, obtenues pendant deux ans, montre de faibles variations, constatées dans le cours d'une soirée ou d'un jour à l'autre, qui ne paraissent obéir à aucune loi; elles sont le résultat d'une foule de causes très complexes.

Le programme d'observation comprenait en première ligne, comme

nous l'avons déjà dit, les mesures nécessaires pour une nouvelle détermination des constantes de la réfraction, détermination que chaque observatoire important devrait entreprendre aujourd'hui pour son compte, de même qu'il est d'usage d'examiner les erreurs individuelles de chaque instrument. M. Bauschinger s'était donc proposé d'observer, dans leurs deux culminations, un choix convenable d'étoiles circompolaires, avec un certain nombre d'étoiles qui culminent du côté Sud; toutes ces étoiles sont des fondamentales du Catalogue d'Auwers, très peu sont prises au-dessous de la 4^e grandeur.

Le Chapitre VIII nous renseigne sur les observations concernant les éléments météorologiques : pression barométrique, températures extérieure et intérieure, humidité, vent, etc. La température intérieure de la salle était donnée par cinq thermomètres convenablement distribués (l'un près du cercle, deux à 2^m au nord, deux au sud, et toujours l'un à 2^m, l'autre à 3^m au-dessus du sol). Les lectures de ces thermomètres montrent que, du côté sud, la température est généralement un peu plus élevée qu'au nord, d'une fraction de degré; et que les surfaces isothermes ont une inclinaison d'environ 20°. La température intérieure est d'ailleurs presque toujours plus élevée que la température extérieure, surtout pendant la nuit, bien que les trappes, qui ont une largeur de 1^m, soient toujours ouvertes quelques heures avant que les observations ne soient commencées; l'écart est d'environ 1°, 2, il est plus sensible en hiver qu'en été. Des écarts semblables ont été constatés dans beaucoup d'observatoires, et ils sont une source de difficultés, comme nous le verrons plus loin.

Le Mémoire contient ensuite le Tableau complet des données météorologiques, puis le journal d'observation, avec la réduction provisoire des observations, pour laquelle on s'est servi de mes Tables de réfractions. En dehors des étoiles polaires α Petite Ourse et γ H. Dragon, qui ont été observées très souvent, 188 culminations différentes ont été observées, chacune en moyenne 19 fois, ce qui donne un total de 3627 observations (4453 avec les polaires). Parmi les distances zénithales qui sont le résultat de cette réduction provisoire, beaucoup dépassent 80°, quelques-unes 85°.

Il s'agissait maintenant d'obtenir des valeurs provisoires de la latitude et de ses variations (Chap. X). On a commencé par les déduire des deux culminations de α Petite Ourse et de γ H. Dragon. Les valeurs ainsi obtenues ont servi à calculer les déclinaisons de 15 circompolaires qui ne s'écartent pas de plus de 23° du pôle, et ces déclinaisons, combinées avec les distances zénithales observées, ont fourni de nouvelles valeurs, déjà plus approchées, des variations de la latitude. On les a représentées par une courbe à l'aide de laquelle on a pu calculer séparément pour

les deux positions de la lunette (cercle à l'est, cercle à l'ouest) les déclinaisons de toutes les étoiles qui culminent à moins de 80° du zénith. Les deux positions ont été conservées, chacune pendant une année. La comparaison des résultats fait apparaître des écarts, positifs ou négatifs, qui atteignent rarement $1''$ et n'ont rien de systématique; on a pris le parti d'adopter simplement les moyennes, et de corriger, en conséquence, les résultats individuels par l'application de la moitié de l'écart moyen, trouvé pour chaque étoile entre les deux positions du cercle. Enfin des corrections constantes ont été appliquées à certaines séries. C'est de cette manière qu'a été finalement obtenu le Tableau du Chapitre XI, qui donne pour chaque étoile et, s'il y a lieu, pour ses deux culminations, les valeurs de la distance zénithale et de la déclinaison, conclues de chaque observation. Les corrections dont il vient d'être parlé n'ont été appliquées qu'aux déclinaisons; les distances zénithales ont été transcrites telles quelles. On trouve ensuite (p. 192-193) les déclinaisons de toutes les étoiles, conclues de l'ensemble des observations.

Pour donner une idée du degré de précision de ces déterminations, il suffira de dire que, jusqu'à 20° du zénith, l'erreur moyenne d'une observation peut être fixée à $0'',32$; elle monte à $0'',52$ vers 60° , à $1''$ vers 76° , à $2''$ vers 84° , à $8''$ vers 88° . L'erreur moyenne d'une détermination, fondée sur 19 observations, a été évaluée en tenant encore compte de l'influence des erreurs de division du cercle; elle ne dépasse pas $0'',18$ entre 0° et 40° , $0'',27$ vers 75° , $0'',63$ vers 85° , $1'',84$ vers 88° de distance zénithale.

Voilà donc les données d'observation qui (avec celles fournies par les instruments météorologiques) vont servir de base à la détermination des constantes de la réfraction. M. Bauschinger commence par le coefficient thermométrique, qu'il se propose de déterminer à l'aide des étoiles qui passent au nord du zénith, entre 60° et 85° . Ayant mis en regard des distances zénithales z les températures extérieures (qui avaient servi à calculer les réfractions), il prend les moyennes des valeurs de z qui correspondent respectivement aux quatre températures les plus élevées et aux quatre températures les plus basses; la différence $z_1 - z_0$ de ces deux moyennes est liée à la différence $t_1 - t_0$ des moyennes correspondantes des températures extrêmes par une relation linéaire de la forme

$$z_1 - z_0 = \alpha(t_1 - t_0)i,$$

en désignant par i la fraction dont il faudra augmenter le coefficient thermométrique. Le Tableau de la page 197 renferme ces données pour 45 étoiles, ainsi que les équations de condition normales (du poids 1), obtenues en divisant chaque équation brute par l'erreur moyenne d'une observation. La résolution de ces équations de condition donne

$i = +0,0319$; le coefficient thermométrique (0,003663) devrait donc être augmenté de 3 pour 100 et porté à 0,003780. Cette augmentation ayant paru inacceptable, M. Bauschinger s'est demandé s'il n'y avait pas lieu de la remplacer par une modification du coefficient hygrométrique de mes Tables $\left(\frac{1}{8} \frac{\pi}{760}\right)$, qui repose sur les expériences concordantes de Fizeau et de Jamin, concernant l'indice de réfraction de l'air humide.

Introduisant alors, à la place des différences $t_1 - t_0$, les différences analogues $\pi_1 - \pi_0$ des tensions de la vapeur, il forme les nouvelles équations de condition que l'on trouve également à la page 197. Le facteur $\frac{1}{8}$ devant être remplacé par $\frac{k}{8}$, l'inconnue est ici la différence $k - 1$. La résolution des équations par la méthode des moindres carrés donne $k = 3$ et non pas $k - 1 = 3,37$, comme le veut M. Bauschinger). Si la vapeur n'avait d'autre effet que de rendre l'air plus léger, le facteur $\frac{1}{8}$ devrait effectivement être remplacé par $\frac{3}{8}$; et c'est à cette conclusion que s'arrête M. Bauschinger.

Je ne puis me ranger à son avis. En y regardant de près, on constate que la solution est faussée par la présence de quelques écarts $z_1 - z_0$, beaucoup trop grands pour être attribués à l'influence de l'humidité, et qui font pencher la balance d'un seul côté. Ces écarts vont jusqu'à $2''$, 5, tandis que la correction due à l'humidité ne dépasse pas une fraction de seconde; ils sont un peu atténués par l'introduction du nouveau facteur, mais ils ne disparaissent pas, et il est clair qu'ils proviennent d'une autre cause (n'oublions pas qu'il s'agit ici de distances zénithales comprises entre 70° et 85°). En faisant abstraction de ces écarts inexplicables, le reste ne paraît pas justifier un changement du facteur théorique.

Il y a d'ailleurs d'autres objections, encore plus sérieuses. En désignant par z_1 et z_0 , non plus les moyennes des valeurs de z qui correspondent aux températures extrêmes, mais les moyennes des valeurs extrêmes de z , et par t_1 , t_0 les moyennes des températures qui correspondent à ces valeurs, on trouve souvent que la différence $t_1 - t_0$ est insignifiante, ce qui rend douteuse la corrélation supposée. Mais ce qui achève de démontrer qu'il ne s'agit pas ici d'erreurs imputables à la réfraction calculée, c'est que des écarts du même ordre existent pour toutes les étoiles, depuis l'horizon jusqu'au zénith. Je me contenterai de citer quelques exemples.

Prenons la culmination inférieure de β Cygne ($z = 81^\circ 53'$). On trouve, page 187, les 26 valeurs de z , observées en 1892 et 1893; nous n'en

transcrirons que 14, qui comprennent les valeurs extrêmes de z et celles qui correspondent aux températures extrêmes.

z .	t .	z .	t .
81.52.57,91	— 2,6	81.52.60,90	+ 7,4
63,93	+ 2,3	59,35	— 10,6
60,70	— 4,7	63,01	+ 0,6
61,09	— 4,2	60,93	+ 4,8
59,09	— 1,1	58,20	— 1,4
63,97	+ 1,9	62,57	+ 9,0
61,38	+ 6,9	58,98	+ 4,3

En retenant d'abord les 8 températures extrêmes, on formerait le Tableau suivant :

z_1 .	t_1 .	z_0 .	t_0 .
61,38	+ 6,9	57,91	— 2,6
60,90	+ 7,4	60,70	— 4,7
60,93	+ 4,8	61,09	— 4,2
62,57	+ 9,0	59,35	— 10,4
61,44	+ 7,02	59,76	— 5,47

d'où $z_1 - z_0 = +1'',68$ pour $t_1 - t_0 = +12'',5$. (On trouverait $+1'',61$ par les déclinaisons qui supposent la latitude variable.) Si nous retons, au contraire, les distances extrêmes, nous aurons les groupes ci-après :

63,93	+ 2,3	57,91	— 2,6
63,97	+ 1,9	59,09	— 1,1
63,01	+ 0,6	58,20	— 1,4
62,57	+ 9,0	58,98	+ 4,3
63,37	+ 3,45	58,55	— 0,20

d'où $z_1 - z_0 = +4'',82$ pour $t_1 - t_0 = +3'',65$. Avec cette différence de $3'',6$, le changement du coefficient thermométrique ou du coefficient hygrométrique donnerait une correction de $0'',10$, tandis qu'il s'agit d'expliquer un écart de $4'',8$! Le remède est vraiment insuffisant.

Voici maintenant quelques autres exemples, pris au hasard. Nous ne donnerons que les écarts $z_1 - z_0$, déduits directement des distances zénithales observées (considérées ici comme positives des deux côtés du zénith). Les résultats sont un peu différents lorsqu'on les déduit des déclinaisons, qui ont été obtenues en tenant compte des variations de la

latitude et de l'écart entre les deux positions de la lunette; mais nous n'avons en vue que l'ordre de grandeur des écarts.

Étoiles.	Dist. zén. app.	Tempér. extrêmes.		Dist. extrêmes.	
		$z_1 - z_0$.	$t_1 - t_0$.	$z_1 - z_0$.	$t_1 - t_0$.
φ Persée.....	+ 2. 0	-0,56	18,5	- 1,74	2,0
α Cocher.....	- 2.16	-0,36	20,2	- 1,23	0,2
β Dragon.....	+ 4.14	-0,29	17,2	- 1,74	0,2
β Cassiopée.....	+10.25	-0,08	19,1	- 2,24	6,6
γ Lynx.....	+10.25	-0,25	11,8	- 1,43	0,9
ζ P. Ourse.....	+29.58	-0,10	7,5	- 1,10	0,2
δ P. Ourse.....	+45.13	+0,34	10,2	+ 1,02	2,6
ζ P. Ourse.....	+53.42	+0,57	23,4	+ 1,45	9,5
ϖ Vierge.....	-53. 5	-0,37	14,6	- 1,14	4,7
ε Dragon.....	+61.50	+0,22	8,6	+ 1,31	2,7
γ Lynx.....	+73.14	+0,18	7,7	+ 1,74	0,8
ε Gr. Chien.....	-76.54	+0,43	9,7	- 2,56	1,6
γ Éridan.....	-77.29	-1,22	12,6	- 2,20	2,3
γ Gr. Ourse.....	+77.29	-0,10	20,2	- 2,78	8,0
ϖ Bouvier.....	+79.25	-1,15	21,2	- 4,20	8,0
ϖ Gr. Ourse.....	+79.36	+2,52	14,5	+ 3,94	8,2
ϖ Cygne.....	+81.46	+1,68	12,5	+ 4,82	3,6
δ Persée.....	+84.16	+1,75	9,7	+ 6,38	3,6
λ Bouvier.....	+85. 6	-3,56	21,2	+10,72	2,3
τ Hercule.....	+85. 7	-1,10	18,1	+ 8,52	5,9
ι Hercule.....	+85.37	+6,14	17,4	+ 9,90	10,0

En substituant aux différences $z_1 - z_0$ les différences $\delta_1 - \delta_0$ des déclinaisons, qui ont déjà subi diverses corrections, on aurait des résultats numériquement différents, mais toujours du même ordre. Ainsi, pour β Cassiopée, on trouverait $\delta_1 - \delta_0 = +0^{\circ},72$, au lieu de $z_1 - z_0 = -0^{\circ},08$, pour une différence de température de $19^{\circ},1$.

Des écarts analogues existent d'ailleurs entre les valeurs successives de la différence des déclinaisons de deux étoiles zénithales voisines, observées les mêmes jours, à quelques minutes d'intervalle. Ainsi la différence des déclinaisons de β Dragon et ι Hercule (intervalle 8^m) varie entre $6^{\circ}19'2'',50$ et $3^{\circ},70$, en juin et juillet, sans cause apparente.

Il est évident que l'origine de ces écarts irréguliers, qui se rencontrent à toutes les distances du zénith, doit être cherchée ailleurs que dans les valeurs adoptées pour les constantes de la réfraction. Ce sont, très probablement, des erreurs instrumentales, tenant à une certaine instabilité des piliers ou des microscopes, à des variations de l'éclairage ou à d'autres sources d'erreur qu'il sera nécessaire d'étudier quand on voudra répondre des fractions de seconde.

M. Bauschinger procède ensuite (Chapitre XIV) à la détermination de la constante α par les deux culminations des circompolaires. Chaque étoile fournit une équation de condition à deux inconnues x, y , qui représentent la correction de la latitude et celle de la constante α ; ces deux inconnues seraient difficiles à séparer, si l'on se bornait aux étoiles qui passent à moins de 60° ou 70° du zénith. En faisant usage de toutes les étoiles observées, on trouve que la constante de Bessel doit être diminuée de 0,0051 de sa valeur, et la latitude augmentée de $0'',40$. Mais il est à remarquer que ce résultat est dû entièrement aux étoiles dont la distance zénithale dépasse 76° , car, jusqu'à 76° , les observations ne paraissent exiger aucune correction de la latitude, ni de la réfraction. Quelle peut être la cause de cette apparente contradiction? Après avoir constaté que l'hypothèse relative au décroissement de la température n'y est pour rien, M. Bauschinger s'arrête à une autre explication, assez plausible. Il pense que la divergence des résultats provient de la réfraction locale à laquelle donne lieu la différence qui existe entre la température donnée par le thermomètre extérieur et la température intérieure de la salle.

La différence Δt (t. int. — t. ext.) est généralement positive, et en moyenne de $1^{\circ},2$. La surface de séparation des couches isothermes dépend de la coupe méridienne de la salle et de la disposition des trappes. M. Bauschinger admet qu'elle est à peu près horizontale jusqu'à $z = 60^\circ$, où finit l'ouverture du toit, puis verticale pour $z > 60^\circ$. Dans le premier cas, la réfraction locale est proportionnelle à $\Delta t \tan z$, et il suffirait, pour en tenir compte, de calculer la réfraction ordinaire avec la température du thermomètre *intérieur*. Mais, dans le second cas, la réfraction locale dépend de $-\Delta t \cot z$, elle est de signe contraire, et très faible pour de grandes valeurs de z . Les recherches de M. Nyrén, dont il sera question plus loin, l'ont conduit à une loi tout à fait différente pour Poulkova. Quoi qu'il en soit, M. Bauschinger réussit ainsi à mettre d'accord les deux groupes d'étoiles, et il trouve finalement que la constante α doit être diminuée de 0,00563 de sa valeur (soit d'environ $0'',34$), et la latitude augmentée de $0'',52$; la valeur définitive de la latitude ($48^\circ 8' 45'',57$) s'accorde alors avec les meilleures déterminations antérieures.

C'est là, toutefois, le grand inconvénient de la méthode : la correction de la réfraction se détermine en même temps que celle de la latitude, et elles dépendent, l'une et l'autre, d'une hypothétique réfraction locale. En substituant simplement la température intérieure à la température extérieure (ce qui suppose des couches isothermes horizontales), on obtient une solution aussi acceptable que la précédente, et le résultat, c'est que la constante doit être augmentée de 0,00194, et la latitude

de $+0^{\circ},22$. Pour trancher la question, M. Bauschinger conseille de faire les observations en plein air.

La belle série d'observations que M. E. Grossmann a effectuée à l'observatoire Kuffner (Vienne-Ottakring), du mois d'août 1896 au mois de mai 1898, avec deux interruptions de quelques mois, avait aussi pour but une nouvelle détermination des constantes de la réfraction. Elle paraît avoir été exécutée avec un soin digne de tous les éloges. Malheureusement, M. Grossmann ayant quitté Vienne pour Leipzig en 1898, la publication de son travail a éprouvé des retards, et nous n'en avons encore sous les yeux que la première partie, qui a paru en 1901 dans le Tome XXVII des *Mémoires* de la Société royale des Sciences de Saxe. On y trouve tous les renseignements que l'on peut désirer sur l'installation du cercle méridien (qui ne diffère des autres cercles de Repsold que par ses dimensions plus petites), sur la détermination des erreurs instrumentales, sur la réduction des observations, pour laquelle on a fait usage de mes Tables, enfin les distances zénithales conclues des observations de chaque étoile, et le Tableau des déclinaisons provisoires qui s'en déduisent. La discussion définitive de ces matériaux fera l'objet d'un second Mémoire.

M. Grossmann se plaint du climat, qui est assez défavorable : trop variable et trop venteux. La construction de la salle laisse aussi beaucoup à désirer, et offre des défauts difficiles à corriger après coup. Les trappes ont une largeur de $1^m,10$; mais elles ne sont pas agencées comme il l'aurait fallu. M. Grossmann s'est donné beaucoup de peine pour tirer, malgré tout, le meilleur parti possible de l'instrument que M. de Ball lui avait confié. Il a déterminé les erreurs de division du cercle par la méthode des rosettes de Bruns, qui est préférable à celle de Bessel (voir *Bull.*, t. IX, p. 397). L'application des corrections qui en résultent atténue les écarts entre les deux positions de la lunette (C. E. et C. O.), mais ne les fait pas disparaître. Il faut évidemment, si l'on veut aller aux limites de la précision imaginable, compter avec des sources d'erreur dont on ne s'inquiétait guère autrefois, et sur lesquelles nous reviendrons plus loin. La flexion et les variations du nadir ont été étudiées par M. Grossmann avec un soin particulier. Il croit pouvoir attribuer certaines variations brusques à ces phénomènes microsismiques, si bien décrits par M. de Rebeur-Paschwitz, et qui sont tantôt l'écho d'un tremblement de terre lointain, tantôt le contre-coup des rafales qui balaient le terrain. Mais il y a aussi les oscillations périodiques des piliers, dont les causes sont très complexes.

Le Chapitre X nous renseigne sur les instruments météorologiques dont il a été fait usage, et notamment sur les thermomètres distribués dans la salle et au dehors. L'excès Δt de la température intérieure sur la

température extérieure a été, en moyenne, de $-1^{\circ},6$. L'inclinaison des couches isothermes paraît être faible, et symétrique par rapport au zénith. Pour la première réduction des observations, on a employé la moyenne du thermomètre intérieur, placé près de l'instrument, et du thermomètre extérieur placé au nord. Le même Chapitre contient les données météorologiques, recueillies pendant les observations.

Les étoiles choisies par M. Grossmann sont à peu près celles de M. Bauschinger, auxquelles ont été ajoutées surtout des étoiles australes; en tout 184 étoiles, dont 84 circumpolaires. Le Chapitre XI (p. 124-188) contient les distances zénithales observées, réduites à 1897,0, pour chaque étoile, et en regard l'état du baromètre et du thermomètre. Les deux derniers Chapitres sont consacrés à la discussion du degré de précision des observations, et à la détermination des déclinaisons provisoires des étoiles, pour laquelle on a utilisé les variations de latitude établies par M. Albrecht, dans ses Rapports annuels. Les résultats des calculs par lesquels M. Grossmann a cherché à évaluer les erreurs moyennes de ses distances zénithales prouvent que, sous le rapport de la précision, cette série d'observations peut se comparer aux meilleures séries connues. Il n'en est pas moins vrai qu'à Vienne, comme ailleurs, il faut se résigner à compter avec des variations, continues ou discontinues, des piliers et de l'instrument, dont les causes n'ont encore été que très imparfaitement éclaircies. De là la nécessité d'appliquer à certaines séries des corrections constantes pour les faire rentrer dans le rang, ce qui est toujours chose assez délicate. Nous aurons sans doute l'occasion de revenir sur ces questions quand M. Grossmann aura publié la seconde partie de son important et très intéressant travail.

Les recherches de M. Courvoisier, dont il est temps de parler, ont été exécutées, de 1899 à 1901, avec le nouveau cercle méridien de Repsold, installé depuis peu au Königstuhl, à 560^m au-dessus du niveau de la mer et à 450^m au-dessus de Heidelberg (voir *Bull.*, t. XX, p. 468). Ce nouveau travail n'est pas moins important que celui de M. Bauschinger, qui lui a servi de modèle.

Les premiers chapitres (p. 1-33) renferment la description du cercle et des renseignements très complets sur la détermination des erreurs instrumentales. Les observations avaient commencé le 3 juin 1899; mais vers la fin de novembre l'objectif fut remplacé par un autre, plus parfait. La lunette est restée dans la même position (cercle Est) pendant deux ans, après quoi on a encore observé, pendant quelques semaines, dans la position inverse. Pour éliminer la flexion, l'objectif et l'oculaire ont été échangés au bout d'une année. Les erreurs de division du cercle, dont la lecture se fait à l'aide de quatre microscopes, ont été déterminées de 5° en 5°, et une Table de corrections a été dressée par un procédé

de compensation graphique. Le nadir a été déterminé très souvent, plusieurs fois dans une soirée; il varie assez peu dans l'espace de quelques heures, mais ses variations sont plus sensibles d'un jour à l'autre, et paraissent être en rapport avec la température; elles prouvent que les piliers s'inclinent un peu vers le sud quand le thermomètre monte. M. Courvoisier attribue cette oscillation aux variations de l'humidité, qui est très sensible du côté du sud, où le terrain est horizontal, tandis qu'au nord il s'abaisse en pente douce. Des variations analogues ont d'ailleurs été constatées dans beaucoup d'observatoires.

Il faut dire encore que le cercle de Repsold est muni d'un micromètre enregistreur, destiné à augmenter la précision du pointé en déclinaison (*Astr. Nachr.*, 3377). Enfin, M. Courvoisier a corrigé les distances zénithales observées d'une erreur ou équation personnelle qui dépend de la grandeur des étoiles et de la position de l'observateur.

Le Chapitre IX contient les données météorologiques. Elles prouvent que l'excès Δt de la température intérieure sur la température extérieure ne dépassait guère $0^{\circ},3$ ou $0^{\circ},4$; la réfraction locale devait donc être assez faible. Il convient de dire que l'ouverture du toit a une largeur de $1^m,8$, qui facilite l'aérage.

Le Chapitre X (p. 80-161) renferme les observations des étoiles et leur réduction provisoire. La réfraction a été calculée à l'aide de mes Tables, avec la température donnée par le thermomètre extérieur.

M. Courvoisier cherche ensuite à déterminer la latitude par les observations des deux polaires α et δ Petite Ourse. Les variations trouvées s'accordent assez bien avec les valeurs que leur assigne M. Albrecht, et ce sont ces dernières qui sont finalement adoptées. On peut dès lors déduire, des distances zénithales observées, les déclinaisons de toutes les étoiles (p. 170-197). Mais ici interviennent les corrections constantes de certaines séries, qui s'obtiennent en comparant les distances observées à leurs valeurs moyennes, et qui sont toujours comprises entre $0^{\circ},24$ et $0^{\circ},51$; corrections dont l'origine reste inexpliquée.

Les matériaux réunis dans ce Chapitre permettent déjà de se faire une idée de la précision des observations. L'auteur arrive à établir que l'erreur moyenne d'une déclinaison est plus petite pour lui que pour les meilleurs observateurs connus; conclusion contestable, si nous en croyons M. Grossmann, qui a donné une analyse critique du travail de M. Courvoisier (*Viertelj.*, t. XL, n° 3).

Après ces préparatifs vient la détermination des constantes de la réfraction, et en premier lieu celle du coefficient thermométrique, par le procédé qui a été expliqué plus haut, et qui repose sur la comparaison des valeurs de z correspondant aux températures extrêmes. M. Courvoisier emploie 84 étoiles dont les distances zénithales sont comprises

entre 37° et 84° , des deux côtés du zénith. Les différences de température sont parfois assez fortes ($25''$ ou $30''$), mais les écarts $z_1 - z_0$ des moyennes de 4 observations dépassent rarement $1''$. On a d'abord cherché à les représenter par deux corrections dont l'une s'obtient en ajoutant à la température extérieure t une fraction de l'excès Δt de la température intérieure, et l'autre en augmentant le coefficient thermométrique. Les équations de condition, traitées par la méthode des moindres carrés, donnent alors pour le coefficient thermométrique une valeur qui paraît inacceptable ($0,00381$). En ajoutant une troisième correction, celle du facteur hygrométrique, on trouve un coefficient thermométrique moins fort ($0,00373$), mais la différence est compensée par une augmentation du facteur hygrométrique, qui est porté à $\frac{3}{8} \frac{\pi}{760}$, comme dans le *Mémoire* de M. Bauschinger. Seulement les corrections ainsi trouvées sont très incertaines, plus petites que leurs erreurs probables; on a, par exemple, $k - 1 = 1,83 \pm 1,86$. Quant à la correction qui dépend de Δt , il se trouve qu'il faut simplement augmenter t de Δt , c'est-à-dire substituer la température de la salle à la température extérieure. Nous avons déjà vu qu'à Heidelberg l'excès Δt ne dépassait guère $0^\circ,4$, en moyenne.

On peut faire ici les mêmes objections qu'à propos des calculs de M. Bauschinger. Les écarts $z_1 - z_0$, tantôt positifs, tantôt négatifs, se rencontrent depuis l'horizon jusqu'au zénith. Ainsi, pour β Cassiopée ($z = 9^\circ 12'$), on trouverait $z_1 - z_0 = +0'',60$ pour $13'',0$, par les moyennes des températures extrêmes, et $+1'',07$ pour $11'',0$ par les moyennes des distances extrêmes. Ces écarts, constatés à 9° du zénith, ne seraient pas diminués par une altération du facteur thermométrique ou du facteur hygrométrique des réfractions, et le simple bon sens nous oblige dès lors à chercher ailleurs l'origine de tous les écarts de ce genre. S'il était prouvé qu'ils dépendent de la température, ce qui paraît encore assez douteux, on pourrait très bien concevoir l'existence d'erreurs instrumentales dont l'influence s'ajouterait à celle de la dilatation de l'air et donnerait ainsi lieu à une augmentation apparente du facteur thermométrique. M. Grossmann a fait observer, très judicieusement, que les valeurs z_1 et z_0 que l'on compare ici appartiennent souvent à des saisons différentes et sont séparées par des intervalles qui permettent de soupçonner l'intervention d'une foule de causes d'erreur.

C'est sur le conseil de M. Fizeau que j'ai introduit dans les Tables de réfraction la correction due à l'humidité. M. Fizeau avait déterminé directement, en 1852, les indices de réfraction de l'air humide (saturé de vapeur); ses expériences, confirmées plus tard par celles de M. Jamin, ont été publiées dans les *Œuvres* d'Arago (t. XI, p. 724-732). Comme elles sont moins connues que je ne l'avais supposé, je pense qu'il

convient d'en reproduire ici les résultats. Elles ont été faites à l'aide d'un compensateur d'Arago, en comptant les franges déplacées.

Température.	Indices de réfraction.	
	Air sec.	Air humide.
0.....	1,0002945	1,0002943
5.....	2892	2889
10.....	2841	2837
15.....	2792	2786
20.....	2744	2737
25.....	2698	2687
30.....	2654	2640
35.....	2611	2592
40.....	2569	2545
100.....	2155	1877 (vap. d'eau)

J'ai trouvé que ces expériences pouvaient être représentées en multipliant la densité de l'air par le facteur $(1 - 0,129 \frac{\pi}{p})$, où π est la tension de la vapeur et $p = 760$; celles de M. Jamin donneraient le facteur 0,115; j'ai adopté $\frac{1}{8}$. Je ne crois pas qu'on puisse adopter le facteur $\frac{3}{8}$, qui caractérise la densité physique de l'air humide. La correction due à l'humidité est d'ailleurs très faible, et ne devient sensible que pour les distances zénithales qui approchent de 80° .

M. Courvoisier cherche ensuite à déterminer la constante α pour les deux culminations de 78 circompolaires, et il trouve, lui aussi, que la constante de Bessel doit être fortement diminuée; la valeur qu'il assigne à cette constante ($60'', 161$) s'accorde avec la moyenne des déterminations modernes. En même temps, la latitude est augmentée de $0'', 34$ et portée à $49^\circ 23' 55'', 22$. Mais les équations de condition renferment encore une troisième inconnue, qui représente une modification du taux de décroissement de la température, adopté dans les Tables, et il se trouve que le coefficient f qui caractérise ce décroissement doit être porté de 0,20 à 0,31, valeur assurément inadmissible.

Il faut dire, aussi, que les mêmes équations renferment, à titre de résultats acquis, les corrections qui résultent de l'introduction de Δt et du changement des divers coefficients, de sorte que la nouvelle valeur de α répond, par exemple, à l'emploi de la température intérieure. Elle n'est donc pas strictement comparable aux autres valeurs connues.

L'augmentation apparente du coefficient de décroissement f pourrait s'expliquer, d'après M. Courvoisier, en admettant une faible inclinaison

des surfaces réfringentes du côté du Nord, où le terrain est en pente (on sait que l'Observatoire a été bâti au sommet d'une montagne élevée de 450^m). La comparaison des données fournies par les deux stations météorologiques de la ville de Heidelberg avec celles du Kœnigstuhl, comparaison fondée sur une loi empirique du décroissement, ne nous éclaire pas beaucoup sur l'inclinaison qu'il faut attribuer à ces surfaces. Il aurait fallu, pour cela, quelques observations directes effectuées en des points convenablement choisis, dans la direction du méridien. Il ne serait peut-être pas inutile d'entreprendre encore une série d'observations de ce genre pour vérifier, après coup, les hypothèses concernant la disposition des couches d'égale densité.

Le travail de M. Courvoisier apporte, il faut le reconnaître, des matériaux précieux dont la Science fera son profit; mais les conclusions qu'il a tirées de la discussion de ces matériaux ne pourront être acceptées qu'avec réserve.

Heureusement, les travaux de ce genre, s'ils ne tranchent pas définitivement les questions proposées, ont toujours le mérite de fournir des données sérieuses pour une discussion future. Des causes d'erreur auxquelles on n'avait pas songé sont mises en lumière et, une fois bien reconnues, deviennent des arguments de correction.

Parmi les causes d'erreur qui interviennent fâcheusement dans les mesures de distances zénithales et qui n'ont pas encore été suffisamment étudiées, il faut certainement compter le dénivèlement des couches d'égale densité, qui représentent les surfaces réfringentes. Bessel en parle déjà dans une de ses conférences (*Pop. Vorl.*, p. 567). Plus tard, M. Faye, à propos des différences qui existent toujours entre les distances mesurées directement et par réflexion, attire l'attention sur les anomalies de réfraction locales (*Mém. sur les déclinaisons absolues; Comptes rendus*, t. XXI, 1850). Il signale, comme sources d'erreur, la distribution irrégulière des températures dans la salle, l'atmosphère propre de l'objectif, enfin l'état de l'air emprisonné dans le tube de la lunette, et il montre que les rayons directs et les rayons qui reviennent du bain de mercure, n'ayant pas suivi le même chemin, doivent subir des réfractions différentes. Il fait remarquer que c'est là qu'on doit chercher l'explication des différences qui existent entre les déclinaisons obtenues par les observateurs les plus habiles, et peut-être aussi celle de certaines variations des latitudes.

En 1868, H.-G. van de Sande Bakhuyzen reprit la question dans une Note très intéressante (*A. N.*, 1720) où il discute les observations de la Polaire faites à Greenwich, de 1851 à 1864, et à Kœnigsberg de 1842 à 1844. Les moyennes annuelles des distances polaires observées à Greenwich, dans les deux culminations, sont établies séparément pour les

valeurs positives et les valeurs négatives de la différence Δt (th. ext. — th. int.), qui atteint 1° ou 2° C. Il se trouve que les distances dépendent du signe de Δt , et qu'elles varient respectivement de $0^{\circ}, 14$ (culm. sup.) et de $0^{\circ}, 17$ (culm. inf.) pour 1° C. Les moyennes mensuelles des 14 années considérées confirment ces rapports. En faisant les mêmes calculs pour un certain nombre d'autres étoiles, M. Bakhuyzen constate que les variations des distances proviennent d'une réfraction locale qui dépend de Δt . La section méridienne de la surface fictive qui sépare les couches où règnent les températures t et t' peut se déterminer en représentant les variations pour 1° C. par la formule $0^{\circ}, 22 \tan i$ (i étant l'angle d'incidence, qui diffère plus ou moins de z). On trouve ainsi, pour Greenwich, une surface convexe au zénith, qui s'abaisse assez brusquement vers le sud, et se relève ensuite. Pour Königsberg, la surface a une forme assez semblable. Un raisonnement analogue permet d'expliquer les écarts entre les distances zénithales observées directement et par réflexion, écarts qui varient de $0^{\circ}, 1$ à $0^{\circ}, 6$. Il est clair, d'ailleurs, que la différence Δt peut donner lieu à des variations ayant une période annuelle. On trouve quelques remarques sur le même sujet dans le Mémoire de M. E.-F. van de Sande Bakhuyzen sur la déclinaison de la Polaire d'après les observations de Königsberg (*Archives néerl.*, 1902).

Il faut encore citer les recherches que M. Nyrén a faites, à Poulkova, sur la réfraction locale qui se produit dans la salle du cercle vertical (*Astr. Nachr.*, 3138; *Bull.*, t. X, 1893, p. 116). Les trappes ont une largeur de $1^{\text{m}}, 25$. L'excès Δt de la température intérieure sur la température extérieure (qui sert à calculer la réfraction) dépasse rarement 1° . Voici quelques valeurs de la variation ∂r de la réfraction pour $\Delta t = +1^{\circ}$ C. et de la correction équivalente ∂t du thermomètre extérieur.

Dist. zén.	∂r .	∂t .
$10^{\circ} - 30^{\circ}$	$-0,021$	$+0,25$
$30 - 40$	$-0,085$	$+0,53$
$40 - 50$	$-0,128$	$+0,56$
$50 - 60$	$-0,195$	$+0,60$
$60 - 65$	$-0,282$	$+0,64$
$65 - 70$	$-0,374$	$+0,68$
$70 - 75$	$-0,467$	$+0,64$
$75 - 80$	$-0,642$	$+0,62$
$80 - 82$	$-1,16$	$+0,80$
$82 - 84$	$-1,79$	$+0,96$
$84 - 87$	$-2,98$	$+1,15$

On voit que la substitution de la température intérieure à la tempéra-

ture extérieure ($\delta t = \Delta t$) n'est indiquée que pour les grandes distances zénithales (82° - 87°). Les valeurs de δr prouvent que, depuis 10° jusqu'à 60° , l'angle d'incidence i diffère de z d'environ 15° ; l'inclinaison de la surface isotherme est donc de 15° dans cette région; elle diminue ensuite, et la surface devient horizontale vers 82° . Comme l'excès Δt est généralement positif, les réfractions calculées avec les indications du thermomètre extérieur, et avec la vraie valeur de la constante α , seraient trop grandes. Mais la valeur de α a été déduite des réfractions observées, et l'erreur causée par la réfraction locale que l'on négligeait a été compensée par une diminution de la constante α , de sorte que les valeurs qu'on assigne à cette constante sont trop faibles. Ce raisonnement suppose que la constante α a été déterminée avec une valeur exacte de la latitude; mais la méthode des circumpolaires ne permet pas de séparer nettement les corrections Δz et $\Delta \varphi$, et l'on arrive ainsi à diminuer α en augmentant la latitude φ .

Ces questions, qui s'imposent à l'attention et aux méditations des astronomes, depuis qu'ils ont la prétention de répondre des dixièmes de seconde, ont fait l'objet de discussions intéressantes au sein de la Société royale astronomique (voir *Bull.*, t. IX, p. 350; t. XI, p. 188). M. Turner a communiqué ses recherches sur la distribution et sur les variations de la température dans la salle du cercle méridien de Greenwich. Plus tard, à propos de la comparaison des Catalogues de Greenwich et du Cap, l'influence des réfractions locales a été de nouveau examinée par MM. Stone, Gill et Christie, qui ont été d'accord pour déplorer la disposition arriérée des instruments méridiens et des salles qui les abritent. On pourrait rappeler, à cette occasion, diverses remarques contenues dans les Notes publiées par Yvon Villarceau au moment où s'agitait la question du transfert de l'Observatoire de Paris (*Comptes rendus*, t. LXV, 1867).

Les observations si délicates qui se font par la méthode de Talcott, pour mettre en évidence la variation des latitudes, ne sont pas à l'abri des erreurs que peuvent causer l'asymétrie de la réfraction ordinaire ou les réfractions locales. Contentons-nous de citer, à cet égard, les remarques déjà faites par MM. Galle et Schnauder (*Rapport annuel de l'Institut géodésique*, 1893-1894, p. 7) et une Note de M. R. Schumann (*Astr. Nachr.*, 3365; *Bull.*, t. XIII, 1896; p. 414).

On se trouve ainsi conduit à surveiller, avec le plus grand soin, l'aérage des salles, et à noter plus attentivement les circonstances de température et d'humidité où se font les observations. Ce n'est pas seulement au point de vue des réfractions que ces précautions paraissent nécessaires, elles sont aussi motivées par d'autres sources d'erreur dont on commence à se préoccuper, comme le prouvent, pour citer quelques exemples, les

recherches de M. Nyrén sur les collimateurs de Poulkova (*Bull.*, t. VIII, p. 112), les expériences de M. Hamy sur l'influence des appareils d'éclairage (*Bull.*, t. XIII, p. 178), etc.

Il y a encore d'autres faits dont on ne paraît pas toujours tenir un compte suffisant. Ainsi, il est plus que probable que, lorsqu'on déplace la lunette, l'état d'équilibre définitif n'est pas atteint instantanément, mais s'établit peu à peu, avec un retard variable, toujours plus grand si le déplacement a été un peu brusque. Quand les observations se succèdent très vite, on ne peut pas toujours attendre que l'équilibre soit parfait, et c'est ainsi que s'expliquent les discordances que présentent les différences de déclinaison d'étoiles voisines du zénith, observées à 10 minutes d'intervalle. C'est dans le même ordre d'idées qu'il faut chercher l'explication des caprices qu'on a si souvent reprochés aux niveaux à bulles d'air.

M. Grossmann a signalé ou rappelé une foule de sources d'erreur, trop souvent négligées : inclinaison ou déformation du plan du limbe divisé; déplacement de ce plan pendant la rotation de la lunette; déviations des microscopes; variations de l'éclairage; tensions de l'axe, provoquées par les leviers; défauts de l'objectif qui défigurent les images; fatigue progressive des yeux, qui influe sur le pointé, etc. On peut encore consulter, à ce sujet, une Note très instructive de M. Lœwy (*Comptes rendus*, 27 février 1905).

Aux erreurs qui proviennent de l'imperfection des instruments ou des défaillances de nos sens viennent s'ajouter celles qui ont leur source dans l'instabilité du sol. Rien ne nous garantit l'immobilité des piliers, qui est une fiction; nous savons depuis longtemps qu'ils sont sujets à des variations annuelles et diurnes, qui dans certains cas paraissent être le résultat de mouvements du terrain, sans compter les variations brusques qui sont incontestablement d'origine microsismique. Aussi a-t-on déjà proposé de contrôler la position des piliers d'une manière continue, au moyen de niveaux ou de collimateurs.

C'est une lutte sans trêve qui commence, contre l'erreur infinitésimale, pour la conquête du centième de seconde!

R. R.

MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY,

Vol. LXV. N° 4, 5.

Dans l'Assemblée générale annuelle, tenue le 10 février 1905 sous la présidence du Professeur H.-H. Turner, la médaille d'or de la Société a été décernée au Professeur Lewis Boss pour ses travaux longtemps poursuivis au sujet des positions et des mouvements propres des étoiles fondamentales.

Ainsi que l'a exposé le président, les travaux du Professeur Boss ont provoqué une orientation nouvelle dans l'astronomie de précision. De 1820 à 1850 un grand nombre de déterminations fondamentales de haute valeur ont été faites, grâce à l'impulsion donnée par Bessel. Mais il était admis, récemment encore, que toutes les conclusions relatives aux mouvements propres devaient se fonder sur les écarts entre les positions de Bradley et les positions modernes. Le Professeur Boss, encore jeune et sans notoriété, a été le premier à déclarer que l'on trouverait avantage à se limiter aux seules observations exécutées depuis 1821, avec des instruments bien supérieurs à ceux de Bradley. Pour démontrer cette thèse, il n'a pas craint d'entreprendre la discussion de près de cent catalogues de fondamentales. Par la méthode et la rigueur qu'il a déployées dans ce travail colossal, il a conquis successivement à son opinion les hommes compétents, y compris ceux qui, comme le Dr Auwers, avaient le plus fait pour mettre en lumière la haute valeur des travaux de Bradley. Placé à la tête de l'Observatoire Dudley, à Albany, le Professeur Boss dirige l'exécution d'une zone du Catalogue de l'*Astronomische Gesellschaft* et discute les résultats d'une façon bien plus complète que ne le prévoyait le programme général de l'entreprise. Une conséquence imprévue de ces études est de montrer que le mouvement propre du système solaire est presque aussi clairement indiqué par les étoiles télescopiques que par les étoiles visibles à l'œil nu. À la suite du déplacement de l'Observatoire Dudley, il est procédé de nouveau à une étude minutieuse du cercle méridien. Cette étude confirme les déterminations instrumentales antérieures et prouve qu'elles ont conservé leur valeur, à tel point que l'on est fondé à regarder comme parfaitement réalisable l'emploi successif d'un même cercle méridien en deux stations éloignées du globe.

Tout en poursuivant d'intéressantes recherches d'un autre ordre, le Professeur Boss a porté son principal effort, dans ces dernières années, sur l'établissement d'un Catalogue de 627 étoiles fondamentales, réparties sur le ciel entier. À cette occasion, il a élucidé et mesuré par des expériences délicates le phénomène de la variation de l'équation person-

nelle suivant la grandeur de l'étoile. En traitant à part les Catalogues où est intervenu l'enregistrement électrique, il a prouvé que l'équation de grandeur est indépendante de la méthode d'observation des passages. On lui doit aussi d'avoir mis en lumière la nécessité d'adopter une constante de la réfraction spéciale à chaque instrument et d'avoir précisé les lacunes qui restent à combler pour obtenir un Catalogue fondamental irréprochable et capable d'un long service. Il est à noter que les entreprises du Professeur Boss ont été menées à bien avec des moyens modestes, et l'on doit espérer que l'initiative privée, à qui l'Amérique doit de si importantes fondations scientifiques, ne ménagera pas son concours au lauréat de cette année.

Le prix et la médaille Jackson-Gwilt ont été décernés à M. S. Tebbutt pour ses travaux astronomiques poursuivis en Australie pendant plus de quarante ans.

Une notice est donnée pour chacun des membres que la Société a perdus en 1904 et au début de 1905. On lira surtout avec intérêt les pages qui se rapportent à Franck Mac Clean, à Isaac Roberts, à Paul Henry, tous trois initiateurs éminents dans des domaines divers de la photographie astronomique.

Les notes du Conseil forment un résumé très substantiel et très commode à consulter des résultats acquis dans le domaine astronomique en 1904 : découvertes de petites planètes et de satellites, comètes, météores, préparatifs en vue de l'éclipse totale du 30 août, activité solaire, constitution physique de la Lune, étoiles doubles, étoiles variables, spectroscopie des étoiles et des nébuleuses, coopération internationale dans les recherches solaires, fondation de l'Observatoire du Mont Wilson, Carte et Catalogue astrographique, temps universel, longitudes et géodésie.

M. W.-H. Maw a été élu président de la Société.

TRAVAUX DES OBSERVATOIRES ANGLAIS.

(Il ne sera pas parlé dans cette revue de l'Observatoire royal de Greenwich ni de l'Observatoire de l'université d'Oxford, dont les rapports annuels ont déjà été résumés dans le *Bulletin Astronomique*, Volume XXIII, p. 75-76).

Observatoire royal du Cap (Directeur Sir David Gill). — Le nouveau cercle méridien a été soumis à une étude très complète, comprenant l'application du micromètre autoenregistreur de Repsold. Tous les observateurs ont acquis la pratique de ce micromètre. De nouvelles dispositions ont été prises pour mettre la pendule sidérale à l'abri des

variations de température. On a continué, suivant le plan de Sir D. Gill, à rattacher les principales planètes aux étoiles voisines par des triangulations à l'héliomètre. Le télescope Victoria a fourni 74 photographies de spectres d'étoiles, prises en vue de la détermination des vitesses radiales. Le travail astrographique international, la météorologie, l'étude des mouvements du sol, ont été l'objet d'une constante attention.

On a procédé au nivellement le long de la voie ferrée de Lorenzo Marques à Pretoria et mesuré plusieurs bases en vue de la triangulation géodésique de l'Afrique Australe. Sous la direction du Colonel Morris, la chaîne des triangles a été reconnue sur 3500 kilomètres et effectivement mesurée sur 950 kilomètres. La précision obtenue par l'emploi des fils Jäderin n'a rien laissé à désirer.

Observatoire royal d'Edimbourg (Directeur Dr Copeland). — Le service méridien a compris, comme les années précédentes, les étoiles de comparaison de la liste de Sir D. Gill, les fondamentales du *Berliner Jahrbuch*, et quelques planètes. La stabilité de l'instrument a été reconnue satisfaisante, mais la proportion des jours couverts a encore dépassé la moyenne. On a réduit à nouveau et préparé pour la publication les observations d'étoiles faites par Henderson et Wallace à l'Observatoire de Calton Hill en 1834-1835. Le Dr Halm a continué l'étude spectroscopique de la rotation du Soleil et fait paraître diverses notes théoriques dans les *Transactions d'Edimbourg*. L'étude des séismes, la météorologie, n'ont pas subi d'interruption.

Observatoire de Cambridge (Directeur Sir R.-S. Ball). — La réduction d'une série de photographies d'Eros prises dans neuf observatoires, du 7 au 15 novembre 1900, a été entreprise par M. Hinks. Les résultats publiés dans les *Monthly Notices*, Vol. LXIV p. 701, sont instructifs et font bien augurer du travail d'ensemble. Depuis on a continué l'étude des écarts systématiques entre les divers observatoires, et préparé un système général d'étoiles de comparaison.

Le cercle méridien, remis en état, a été appliqué à la détermination des étoiles zodiacales et des étoiles de comparaison pour l'héliomètre, recommandées par Sir David Gill.

De nombreuses photographies ont été prises et mesurées en vue de la recherche des parallaxes stellaires. M. Cookson a installé un nouveau télescope zénithal flottant pour l'étude de la latitude.

Télescope Newall, Observatoire de Cambridge (M. H.-F. Newall). — La grande lunette a fourni entre les mains de M. Bellamy de nombreux clichés de spectres d'étoiles, en vue de la détermination des vitesses radiales. On se propose de l'adapter à la spectroscopie solaire, si les conditions atmosphériques sont reconnues favorables. Ces expériences seront

facilitées par un legs important, laissé à l'Observatoire par le regretté Frank Mac Clean.

Observatoire Dunsink (Directeur Prof. C.-J. Joly). — On a réduit les étoiles zodiacales de Sir David Gill, remis en état le cercle méridien, fait des études sur l'équation personnelle de grandeur. L'équatorial Roberts a été employé à la photographie des nébuleuses et des amas et l'équatorial South à des mesures d'étoiles doubles, mais plutôt à titre d'expérience.

Observatoire Durham (Directeur Prof. A. Sampson). — Le directeur a continué ses études pratiques sur l'Almucantar et ses recherches théoriques sur les éléments des satellites de Jupiter.

Observatoire de Glasgow (Directeur, Dr Becker). — Le cercle méridien a servi à la détermination des positions absolues de quatre étoiles voisines du pôle. On a photographié la région rouge et jaune du spectre de Jupiter et publié une étude sur le spectre de la *Nova* de Persée.

Observatoire de Liverpool (Directeur, M. W.-E. Plummer). — Une machine, prêtée par le Prof. H.-H. Turner, a été appliquée à la mesure d'un cliché de l'amas d'Hercule, pris à l'observatoire Yerkes. Le nombre des objets relevés atteint 2131 et leur distribution fait l'objet d'études qui se poursuivent encore. Diverses études ont été faites sur les comètes et les étoiles doubles. L'observatoire est aussi chargé de la distribution de l'heure, de l'examen des chronomètres et sextants pour la marine, et participe à l'enseignement de l'université de Liverpool.

Observatoire Radcliffe à Oxford (Directeur Dr Rambaut). — Une étude minutieuse a été faite de diverses parties du cercle méridien, et en particulier de la forme des tourillons. La méthode suivie et les résultats ont été exposés dans les *Monthly Notices*, Vol. LXV, p. 56. L'équatorial de 10 pouces de Barclay a servi aux observations d'étoiles nouvelles, d'étoiles variables et de comètes. On a étudié et mis en état de fonctionner un nouvel équatorial photographique et pris 31 clichés en vue de la recherche des parallaxes stellaires. Ce dernier travail doit être poursuivi conformément au plan du Prof. Kapteyn, qui prévoit trois poses sur la même plaque, à quelques mois d'intervalle.

Observatoire Temple à Rugby (Directeur M. G.-M. Seabroke). — Les instruments servent surtout à l'instruction des étudiants. On a fait des observations de passages, des mesures d'étoiles doubles, des photographies de la Lune.

Observatoire de physique solaire à South Kensington (Directeur Sir Norman Lockyer). — Le spectre des taches solaires, régulièrement observé dans la région F-D, a continué à montrer les mêmes caractères.

Les clichés de Dehra Dûn et de l'île Maurice sont reproduits à South Kensington avant d'être transmis à Greenwich pour la réduction. On forme ainsi une collection donnant l'histoire presque ininterrompue du Soleil. Le spectrohéliographe, amélioré par le remplacement du premier objectif, a fourni plus de 500 photographies monochromatiques du bord ou du disque avec la raie K. Il a été pris avec divers appareils de nombreux spectres d'étoiles, ordinairement associées par couples, à des hauteurs égales, pour faciliter la comparaison des températures. On se propose d'appliquer un réflecteur de 36 pouces à l'étude particulière des étoiles rouges et de certaines nébuleuses. Le travail de laboratoire a consisté dans la photographie du spectre de l'arc avec des éléments variés, et dans des expériences sur la dissociation des minéraux sous l'influence de l'électricité. Des tableaux statistiques ont été dressés sur un plan uniforme, mettant en évidence des cas de parallélisme entre les variations météorologiques et les phénomènes solaires.

Observatoire du Collège de Stonyhurst (Directeur le Rév. W. Sidgreaves). — On a transporté la chambre prismatique de 4 pouces sur un nouvel instrument où elle semble devoir donner des résultats supérieurs. Les photographies des spectres de β Cocher et de γ Cassiopée ont montré des particularités curieuses, mais l'état du ciel n'a pas permis d'apporter dans les séries la continuité désirable. On s'est occupé comme précédemment de la statistique solaire et de la photographie de certaines régions spéciales dans le spectre des taches.

Observatoire de M. Edward Crossley, Bermerside Halifax. — On a continué à s'occuper de météorologie, des phénomènes des satellites de Jupiter, des étoiles doubles.

Observatoire Wolsingham (Rév. T.-E. Espin). — Les mesures ont porté sur les systèmes binaires compris entre 30° et 40° de déclinaison Nord et qui paraissent avoir été négligés. Une trentaine de couples nouveaux ont été découverts.

Observatoire de Sir William Huggins, Upper Tulse Hill. — Comme les années précédentes, on a mené de front la spectrographie des étoiles, celle des éléments terrestres et l'étude de la radiation du radium.

Observatoire Rousdon, Lyme Regis, Devon (Précédemment dirigé par Sir C.-E. Peek; C. Grove, observateur). — D'après le plan adopté depuis 19 ans, on a suivi, par la méthode d'Argelande, les fluctuations des étoiles variables à longue période. Il a été fait quelques observations de la comète d'Encke et d'occultations d'étoiles par la Lune.

Observatoire Starfield, Crowborough Beacon (précédemment entre

les mains du Dr Isaac Roberts : W.-S. Franks, observateur). — Liste de 65 nébuleuses ou amas stellaires photographiés au réflecteur de 20 pouces par le Dr Roberts pendant les derniers mois de sa vie. Les clichés sont conservés au Château Rosa Bonheur, près Thomery, Seine-et-Marne, par M^e Roberts, à qui l'on peut s'adresser pour les consulter.

Observatoire de M. Saunder, Crowthorne, Berks. — La triangulation de la Lune, à l'aide des clichés de l'Observatoire de Paris, a fait de nouveaux progrès. Il résulte de ces mesures que l'élongation du globe lunaire vers la Terre est très faible, comme l'avait déjà trouvé M. Franz. On se propose de mesurer ensuite deux des négatifs de M. Ritchey, obtenus avec la lunette de 40 pouces de l'Observatoire Yerkes. Le télescope de M. Saunder a principalement servi à l'étude minutieuse de quelques régions de la Lune.

Observatoire de Hong-Kong (Directeur, Dr W. Doberck). — La météorologie, la prédiction du temps, le service de l'heure, forment une part importante du travail, comme cela s'explique par la situation géographique de l'Observatoire. On s'est servi d'écrans dans les observations de passages pour éliminer l'équation de grandeur. On a livré à l'impression un catalogue de plus de 2000 étoiles australes et une quatrième édition de la *Loi des typhons dans les mers d'Orient*. Il a été fait plus de 1000 mesures d'étoiles doubles tant à Hong-Kong qu'à Copenhague, où le directeur a résidé quelque temps. De nouveaux calculs d'orbites, des études sur la distribution des étoiles doubles, ont paru dans les *Astronomische Nachrichten*.

Observatoires de Kodaikanal et de Madras (Directeur, Prof. C. Michie Smith). — Les études solaires ont pu être poursuivies presque sans lacunes. Elles comprennent non seulement la statistique des taches, mais l'étude de leurs spectres et la mesure des protubérances. Le fonctionnement du spectrohéliographe a donné toute satisfaction.

Observatoire de Melbourne (Directeur, M. P. Baracchi). — Le service méridien a eu surtout pour objet la détermination des étoiles de repère pour le catalogue astrographique. Il a été fait, dans des conditions satisfaisantes, 110 clichés de la carte, avec 3 poses de 30 minutes chacune, et 56 clichés du catalogue, seconde série. L'enregistrement photographique des variations magnétiques, des éléments météorologiques, des mouvements du sol n'a pas été interrompu. L'observatoire a eu en outre à faire face à de nombreux services publics.

Observatoire de Sydney (M. A. Lenehan, astronome du gouvernement). — Le service astronomique, détaché de la météorologie, a été placé sous la direction particulière de M. Lenehan. Il a donné son concours au

professeur Otto Klotz, astronome canadien, pour la détermination télégraphique de la différence de longitude entre Sidney, Southport (Queensland) et Doubtless Bay (Nouvelle Zélande). Des échanges de signaux ont pu être faits avec Washington (États-Unis), par le câble du Pacifique. Le Dr Hecker, de l'Association géodésique internationale, a également stationné à Sydney, au cours d'une campagne entreprise pour l'étude de la pesanteur en diverses régions du globe. Le service météorologique a été très actif et l'installation de nouveaux appareils magnétiques a quelque peu ralenti le travail astrographique.

Les clichés de Melbourne et de Sydney sont mesurés dans un bureau établi à frais communs par les gouvernements de la Nouvelle-Galles du Sud et de Victoria. Jusqu'à ce jour, on considère comme complètement mesurées 314 plaques de Sydney contenant 176019 étoiles et 576 plaques de Melbourne avec 187267 étoiles.

Observatoire Lovedale, Afrique du Sud (Dr A.-W. Roberts). — Le travail de l'observatoire consiste comme précédemment dans l'étude des étoiles variables au sud du parallèle de -30° . On a constitué par la méthode des séquences un système d'étoiles fondamentales entre les grandeurs 2 et 10 et l'on se propose de l'étendre jusqu'à la grandeur 11. Quelques groupes ont été déterminés au moyen du photomètre à coin d'Oxford.

Dyson (F.-W.) et Thackeray (W.-G.). — Détermination de la constante de la précession et de la direction du mouvement solaire, d'après une comparaison du Catalogue de Groombridge (1810) avec les observations de Greenwich. (p. 428.)

Le Catalogue de Groombridge comprend 4239 étoiles situées à moins de 52° du pôle Nord et plus brillantes que la 9^e grandeur. On a repris les réductions en s'appuyant sur le Catalogue fondamental de Newcomb et partagé les étoiles par groupes de 3 heures en ascension droite pour faire la statistique comparative des grandeurs, des mouvements propres, des types spectraux. Cette étude a confirmé les vues émises par les professeurs Pickering et Kapteyn concernant l'accumulation des étoiles du premier type spectral dans la Voie lactée.

Les étoiles du deuxième type sont, pour diverses raisons, plus propres à servir de base aux recherches concernant le mouvement solaire.

Les constantes de la précession de Newcomb paraissent devoir être augmentées de $\frac{1}{10000}$ environ de leur valeur. Les coordonnées de l'apex du mouvement solaire sont trouvées égales à

$$A = 275^{\circ}, \quad D = 37^{\circ}.$$

La valeur de A dépend dans une assez large mesure de la précession adoptée, et la valeur de D augmente quand on fait usage des faibles étoiles. Toutefois il n'y a point d'indice d'une rotation générale des étoiles brillantes par rapport aux étoiles faibles, ni d'une variation systématique de l'équation de grandeur entre Groombridge et les observateurs modernes.

Saunders (S.-A.). — Détermination de positions sélénographiques et mesure de photographies lunaires (quatrième Mémoire). Première tentative pour déterminer la figure de la Lune. (p. 458.)

Ce travail, de même que trois autres déjà publiés par l'auteur, est fondé sur les mesures de quatre négatifs de l'Observatoire de Paris.

M. Saunders s'est proposé cette fois de déterminer l'allongement de la Lune vers la Terre, problème déjà traité par Gussew, par le Dr Franz et par le professeur W.-H. Pickering. La marche suivie comprend la détermination des altitudes absolues de 38 points figurant sur les quatre négatifs et dont 14 ont fait aussi l'objet des recherches du Dr Franz. Tous ces points sont voisins du méridien central. Les discordances sont notables et il semble qu'il y ait peu à compter sur l'exactitude des altitudes particulières. L'élongation trouvée est

$$0,00052 \pm 0,00027,$$

résultat notablement plus faible que celui des recherches précédentes et inférieur même aux inégalités accidentelles de la surface. Il sera intéressant d'appliquer la même méthode à des clichés offrant des libérations plus différentes.

Lockyer (W.-J.-S.). — Le spectrohéliographe de l'Observatoire de Physique solaire (p. 473).

De nombreuses expériences ont été faites depuis 1897 en vue de déterminer la forme la plus avantageuse pour un spectrographe à deux fentes établi sur le même principe que ceux de MM. Hale et Deslandres. On s'est arrêté à l'emploi d'un sidérostas donnant une image fixe du Soleil. Certaines pièces sont échangeables, de manière à pouvoir fournir à volonté des photographies du spectre des taches ou des images monochromatiques de la chromosphère et des protubérances avec la raie K du calcium. C'est d'après la courbure de cette raie qu'a été déterminée celle de la seconde fente, qui vient se placer aussi près que possible de la plaque sensible. La dispersion est donnée par un prisme des frères Henry, de 45° d'angle et 6 pouces d'ouverture. On n'a pas réussi jusqu'à présent

à obtenir un réseau de dimension suffisante pour être substitué au prisme. La régularité du mouvement de la plate-forme qui porte les pièces optiques se réalise d'une manière très satisfaisante avec une clepsydre à huile, mais on doit la régler dans chaque expérience en ayant égard à la température. Les photographies du bord solaire, avec la lumière de la raie K, demandent environ 60 fois plus de pose que celle du disque entier, et, dans ce cas, la variation de longueur focale est une cause assez fréquente d'insuccès. Les épreuves données en exemple montrent la structure granulée, le changement rapide des protubérances, la relation entre les nuages de calcium et les taches.

Plummer (H.-C.). — Notes sur le cœlostat et sur le sidérostal (p. 487).

L'emploi d'objectifs astronomiques à très longue distance focale exige l'adjonction de miroirs plans. Les combinaisons connues sous le nom de *sidérostal* et de *cœlostal* ne sont pas les seules auxquelles on puisse recourir, et M. Plummer en examine quelques autres au point de vue géométrique et au point de vue pratique. Ainsi, tout en conservant au miroir une monture très simple, on peut altérer systématiquement le mouvement d'horlogerie de manière à obtenir l'immobilité nécessaire pour les courtes poses photographiques dans une étendue assez grande de part et d'autre du méridien. Il semble aussi que le cœlostal serait susceptible d'être associé utilement à un télescope vertical. Le miroir placé à une certaine profondeur dans le sol se trouverait à l'abri des changements de température.

Conrady (A.-E.). — La condition du sinus en optique (p. 501).

Cette condition, mise en lumière par les travaux de Seidel, de Clausius, de Abbe, de Helmholtz, exprime que, dans un système centré, le rapport de l'image à l'objet ne varie pas avec la distance à l'axe. Elle se traduit par l'équation

$$\frac{n \sin \beta}{n' \sin \beta'} = \text{const.},$$

où n et n' sont les indices de réfraction extrêmes, β et β' les ouvertures du faisceau divergent qui tombe sur l'objectif et du faisceau convergent qui en sort. M. Conrady donne une démonstration simple de cette propriété, et en fait l'extension aux systèmes affectés d'aberration sphérique. La condition du sinus est celle qu'il convient de s'imposer en premier lieu dans le calcul d'un objectif photographique, car elle peut seule assurer la netteté dans un champ étendu, et, si elle n'a pas été réalisée dans le principe, elle ne peut l'être après coup par des retouches locales.

Observatoire Royal de Greenwich. — Sur la grande tache solaire du 29 janvier au 11 février 1905 et sur les perturbations magnétiques contemporaines observées à l'Observatoire Royal (communication de l'Astronome Royal) (p. 509).

Cette tache, qui a été visible pendant trois rotations successives, a pris des dimensions qui n'avaient point encore été constatées à Greenwich par la Photographie. Il n'y a pas eu d'agitation exceptionnelle de l'aiguille aimantée.

Fowler (A.). — Observations spectroscopiques de la grande tache solaire récente et des protubérances associées (p. 513).

Les raies de l'hydrogène, du sodium, du magnésium, ont été vues renversées dans l'ombre de la tache, surtout vers le début de sa carrière. Les bandes d'absorption ont été assez bien résolues. Leur étude montre que la faiblesse relative de la lumière des taches est l'effet d'une absorption spéciale et non d'une radiation incomplète des couches sous-jacentes. Des protubérances actives et en changement rapide, avec tendance à l'entraînement vers l'équateur, se sont montrées vers l'époque du passage par le bord ouest du Soleil.

Ellis (W.). — Changement de la perturbation magnétique avec la saison et remarques diverses (p. 520).

Ce travail complète une étude antérieure publiée dans les *Monthly Notices*, décembre 1899. Il se fonde également sur cinquante années d'observations de Greenwich, de 1848 à 1897. Les dates des maxima de la variation magnétique peuvent être fixées au 3 mars et au 9 octobre, c'est-à-dire tombent symétriquement par rapport aux deux équinoxes. L'enquête à laquelle M. Ellis s'est livré a mis en lumière divers faits intéressants, concernant la simultanéité et la ressemblance d'allure des perturbations magnétiques en divers points du globe.

Crommelin (A.-C.-D.). — Éléments provisoires du sixième satellite de Jupiter (p. 524).

Johnson (Rev. S.-J.). — Les Léonides de novembre 1904 (p. 527).

L'apparition semble avoir été environ moitié moins riche que celle de 1903. Les plus brillants de ces météores ont montré une coloration verte intense probablement due au magnésium.

P. P.

OBSÈQUES DE M. RAYET.

(16 JUIN 1906.)

Samedi matin ont été célébrées, à Floirac, les obsèques de M. G. Rayet, l'éminent directeur de l'Observatoire de Bordeaux, prématurément enlevé à l'affection de sa famille et de ses amis. Elles ont été l'occasion d'une imposante manifestation de sympathie pour la mémoire de l'homme privé dont on a unanimement loué les qualités du cœur, et du savant dont on a hautement et à juste titre vanté les mérites.

Dans le magnifique domaine sur lequel est installé l'Observatoire, sur ce coteau aux vertes frondaisons d'où le regard s'étend sur un admirable panorama, parmi les parterres de fleurs au milieu desquels, entouré du respectueux et profond attachement de son personnel, se complaisait le maître disparu, la foule de ceux qui avaient tenu à rendre un dernier hommage à la dépouille de Georges Rayet était considérable. Malgré le long chemin qui sépare la ville de l'Observatoire, tous ceux qui l'aimaient étaient là, unis dans un même sentiment de douloureuse affliction, près du cercueil qui disparaissait sous un amoncellement de couronnes et de gerbes de fleurs offertes par « l'Observatoire de Bordeaux à son regretté directeur »; par la Faculté des Sciences; par M^{me} Wallerstein, etc. Le recteur de l'Académie de Bordeaux, les membres de l'Université avaient revêtu la toge officielle.

La levée du corps a eu lieu à 10^h. Les cordons du poêle étaient tenus par MM. Thamin, recteur de l'Académie de Bordeaux; Gayon, doyen de la Faculté des Sciences; de La Ville de Mirmont, adjoint, représentant M. le maire de Bordeaux; Stephan, directeur de l'Observatoire de Marseille; Doublet, astronome à l'Observatoire de Bordeaux; de Loynes, président de l'Académie de Bordeaux; de Nabias, doyen honoraire de la Faculté de Médecine, président de la Société des Sciences physiques et naturelles; Ledoux, maire de Floirac. Le deuil était conduit par M^{lle} Magdeleine Rayet, nièce du défunt, accompagnée de M^{me} Fontaine, sa belle-sœur, et de son cousin M. Gagnebé, avoué à Libourne, et par MM. Esclan-gon, Courty, Kromm, Godard, astronomes adjoints, et les dames du bureau des calculs de l'Observatoire.

Derrière eux ont pris place les membres du Conseil de l'Université de Bordeaux; M. Alliaud, inspecteur d'Académie; la Faculté des Sciences; les délégués des Observatoires de France, MM. Baillaud, directeur de l'Observatoire de Toulouse, et Puisseux, de l'Observatoire de Paris; les délégations et les doyens des Facultés de Droit, de Médecine et des Lettres; les membres de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux; de la Société des Sciences physiques et naturelles; le proviseur et les professeurs du lycée, et enfin l'Association des étudiants.

Dans le cortège, dont le long ruban multicolore se déroule par le sentier montueux et ensoleillé qui conduit à l'église de Floirac, accrochée au flanc du coteau, on remarque encore une foule de notabilités bordelaises: MM. H. Barckhausen, professeur honoraire à la Faculté de droit; Bayssellance, ancien maire de Bordeaux; David, conseiller général; Léon Lesca; Baillet, ancien président de l'Académie; Durègne, ingénieur en chef des postes et télégraphes; G. Laroze, ancien maire de Floirac, etc.

A l'issue de la cérémonie religieuse, le cercueil a été placé sous le porche de l'église, et, devant l'assistance émue, on a fait de touchants panégyriques de Georges Rayet, que les divers orateurs qui se sont succédé ont suivi durant sa magnifique carrière scientifique, et dont on a rappelé les importants travaux et les hautes distinctions dont il avait été l'objet.

Élève de l'École normale, agrégé des sciences physiques, professeur au lycée d'Orléans, astronome à l'Observatoire de Paris, chargé de mission à l'étranger, docteur ès Sciences, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, puis à celle de Bordeaux; directeur de l'Observatoire de Bordeaux, qu'il a créé; membre et président de l'Académie de Bordeaux et de la Société des Sciences physiques et naturelles, conseiller municipal de Floirac, correspondant de l'Institut et du Bureau des Longitudes; officier de la Légion d'honneur, de l'Instruction publique et du Mérite agricole, M. Georges Rayet n'a eu que des admirateurs.

Au nom de l'Observatoire, M. Esclangon, d'une voix que l'émotion faisait trembler, a dit un dernier adieu au chef, qui, pour son personnel, était un ami.

Au nom de la Faculté des Sciences, M. Gayon a retracé les mérites du vieux Bordelais, du sincère républicain, du savant éminent, du citoyen juste et bon, du camarade disparu.

Au nom des Observatoires de France, M. Stephan a parlé. Il a rappelé l'affection qui l'unissait à Georges Rayet, son camarade de promotion, avec lequel il alla en 1868 à Malacca et qui, par ses découvertes, se plaça, dès ce moment, à la tête du monde savant. « Par sa belle existence d'homme et de travailleur, par son dévouement à la Science, sa mémoire, a dit M. Stephan, ne périra pas. »

Président de l'Académie de Bordeaux, M. de Loynes a ensuite dit les liens qui attachaient Georges Rayet à cette compagnie qui avait trouvé en lui le savant ayant réalisé ses *desiderata* depuis près de deux siècles.

Puis, M. de Nabias, en sa qualité de président de la Société des Sciences physiques et naturelles, a prononcé une allocution où l'esprit s'alliait au cœur, pour célébrer la mémoire de l'ami, du savant, dont le souvenir planera comme celui des Abria, des Lespiault, des Brunel, des Millardet.

M. Puiseux, astronome à l'Observatoire de Paris, au nom de cet établissement, dont Georges Rayet « a été l'honneur et dont il restera le modèle », a dit les magnifiques travaux qu'il avait accomplis.

Enfin, dans un discours d'une facture superbe, M. Thamin a rappelé lui aussi ce que fut comme homme privé, comme collègue, et surtout comme chef, le travailleur qui avait consacré sa vie à la Science. Voici ce discours :

« Dans une lettre où il donnait à cette famille qu'était pour lui l'Observatoire de Floirac ses suprêmes instructions pour les moments qui suivraient sa mort, lettre que je maniais hier avec une piété émue, et où j'aurais reconnu, même si elle n'avait pas été signée, avec son mélange de brusquerie et de sensibilité, l'homme qui l'avait écrite, M. Rayet demande à un de ses auxiliaires de dire sur sa tombe ce qu'il fut comme météorologiste et comme astronome. — C'est ce qui a été fait, et bien fait. — Et il ajoute que si, après cela, doyen et recteur veulent dire quelques mots, quoiqu'il n'en voie pas l'utilité, il ne faut pas les contrarier. Je profite de cette liberté qui m'est laissée d'accomplir un devoir, et je salue au nom de toute l'Université le chef d'un établissement scientifique qui lui fait tant d'honneur et un homme qui a tenu dans l'histoire de la science et de l'enseignement bordelais une telle place.

» Mais on vous a dit quel savant, quel maître il fut, quels services de tout ordre il a rendus ici. Dans cette vie, je ne veux retenir qu'une chose qui en fait l'unité, et qui en fera l'honneur durable. M. Rayet a fondé l'Observatoire de Bordeaux, non par le geste d'un jour, mais par une création continuée, et qui dura trente ans d'une vie humaine bien remplie. Fils de Bordeaux, après des débuts scientifiques brillants à Paris, il revient ici aussitôt que, dans cette ville qu'un siècle auparavant Lalande déclarait « par sa situation même au quarante-cinquième degré, » c'est-à-dire dans le milieu de la zone que nous habitons, devoir « appeler les astronomes », l'idée longtemps flottante d'un observatoire prit corps et sembla près de se réaliser. Il est dès lors, avec Abria, Lespiault et d'autres hommes dont notre cité s'enorgueillit, la cheville ouvrière de toutes les commissions. Il est la volonté qui poursuit un but et qui l'atteindra. Il entrera lui-même, en effet, dans la terre promise, dans ce beau domaine de Floirac choisi par lui et d'où nous venons d'emporter sa dépouille. Le 11 mars 1878, l'Observatoire de Bordeaux était créé : le 16 janvier 1879, M. Rayet en était nommé directeur. Il en aura rempli 27 ans les fonctions. Il détermina d'abord quelle serait la besogne propre dévolue à cet Observatoire. Puis il l'aménagea pour cette besogne. Il le dota de puissants organes, construits d'après ses instructions et avec des matériaux de son choix. Il lui fit rendre enfin en observations scientifiques de quoi justifier amplement tous les sacrifices consentis par cette ville et par l'État, et de quoi soutenir le renom de la Science française. Besogne plus délicate encore, il choisit ses auxiliaires et les forma.

» Tout, dans cette maison qu'il vient de quitter, est son œuvre : les choses et les hommes. Jusqu'au dernier moment, il en fut l'âme active et prévoyante, quoique servie elle-même par un corps fatigué et essoufflé. Jusqu'au dernier moment, il chercha à en améliorer les services, et ce logis d'astronome qui va s'élever demain, et qu'il eût été humain d'élever plus tôt, sera comme son œuvre posthume, due à une ténacité dont j'ai été le témoin, en étant le complice. De ce cimetière même, où il a choisi sa place, il restera comme le bon génie de ces coupoles voisines, sous lesquelles il a passé tant de nuits laborieuses, et, en demandant aux astronomes de Floirac d'entretenir sa tombe, il a prolongé au delà de la mort

les liens qui l'unissaient à eux et que leurs successeurs ne renieraient pas. C'est une bonne fortune pour un homme d'avoir lié sa vie à une œuvre au point de l'identifier avec elle, car l'œuvre dure, et, par elle, cet homme se survit. Nous n'enterrons donc pas M. Rayet tout entier. Il a laissé là-bas sa pensée et son action.

» Mais il y a quelque chose de lui qui ne vivra que dans nos souvenirs. Je demande pardon à sa mémoire de ce que je vais dire, car il mettait une certaine coquetterie à témoigner de la froideur, sans toujours y réussir, à tout administrateur, et d'être loué d'une certaine façon par l'un d'eux lui semblerait une ironie qu'il ne méritait pas. Mais pourquoi avait-il alors de ces bons sourires et de ces éclairs du regard par lesquels son mâle visage s'adoucissait et où éclatait tout ce que sa rudesse un peu voulue cachait de vraie bonté? Il n'était pas l'ami de tout le monde, mais comme il aimait ceux qu'il aimait! Quelle profondeur et quelle fidélité dans le deuil! Comme un poète mort hier, et qui, lui aussi, pleurerait un frère, il eût pu dire :

La douleur est entrée en moi d'un coup tragique,
Et plus rien, désormais, ne l'en peut arracher.
Elle y règne jalouse, entière, despotique;
Assise sur mon cœur comme sur un rocher.

» Mais il m'appartiendrait surtout de dire ce qu'il fut pour ses subordonnés, si leur deuil commun n'était un suffisant témoignage. Il défendait leurs intérêts avec une âpreté qui était une forme de bonté agressive convenant bien à sa nature. Et, en parlant de leur dur et noble métier, il avait des accents où sa sympathie pour les hommes s'alliait au sentiment élevé de la Science à laquelle il avait consacré sa vie. Car il aimait lui-même ce métier et évoquait avec passion le souvenir des nuits claires où il fortifiait en lui le goût de la solitude et modelait sa conscience sur l'inébranlable fixité des étoiles. »

Cette triste et en même temps réconfortante cérémonie n'a pris fin qu'à midi, après un dernier témoignage de douloureuse sympathie adressé à la famille de celui qui ne comptait que des amis.

DISCOURS PRONONCÉ AUX OBSÈQUES DE M. RAYET;

PAR M. STEPHAN,

Directeur de l'Observatoire de Marseille.

L'homme éminent, auquel nous rendons les derniers devoirs, n'était pas seulement pour moi un collègue hautement estimé; l'amitié demi-séculaire qui nous unissait avait un caractère presque fraternel; aucun nuage même passager ne l'avait jamais ternie; les années en s'écoulant en resserraient au contraire les liens avec une force croissante; aussi est-ce vraiment le cœur brisé que je viens adresser à mon vieux et cher Camarade quelques paroles de suprême adieu.

Entrés ensemble à l'École Normale, en 1859, dans la promotion à laquelle appartenaient aussi Duclaux, Gruet, Legouis, disparus déjà depuis plusieurs années, nous nous sentîmes tout de suite attirés l'un vers l'autre. Ce temps d'école est fécond en précieuses amitiés; en ce qui me concerne, j'ai conservé les sentiments les plus affectueux pour tous nos camarades; néanmoins il y a des degrés et, sans blesser aucune susceptibilité, je puis dire que Rayet m'inspira dès les premiers jours une sympathie exceptionnelle.

Il la méritait à tous les égards par son amabilité naturelle, par l'élévation de son caractère, par la profondeur de son esprit et surtout par sa bonté. Ce que j'ai éprouvé, tous ceux qui l'ont connu ont dû le ressentir. Il ne doit pas avoir eu d'ennemis.

Rayet sortit agrégé de Physique en 1862 et fut envoyé au lycée d'Orléans où ses remarquables qualités didactiques le mirent vite en relief.

J'avais au contraire choisi la branche des Mathématiques et, en quittant l'école, j'étais directement entré à l'Observatoire de Paris.

Presque chaque semaine, Rayet venait à Paris voir son père et son jeune frère Olivier. Nos rencontres continuaient donc presque aussi fréquentes que si nous avions habité la même ville. Cette circonstance n'a probablement pas été sans influence sur sa carrière définitive. En effet, au bout d'un an, en octobre 1863, il entrait lui-même à l'Observatoire de Paris, comme adjoint à Marié-Davy, dans le service météorologique nouvellement créé par Le Verrier pour la prévision du temps. Il y est resté jusqu'en 1874.

Pendant cette période de onze années, consacrée surtout à la Météorologie et au Magnétisme terrestre, il n'a cessé de déployer une grande activité scientifique. En dehors de ses occupations professionnelles réglementaires, il trouvait le temps de collaborer aux Travaux hydrologiques de Belgrand, dont Le Verrier l'appelait le bras droit. Son nom doit être ainsi associé à celui de l'éminent ingénieur auquel on est redevable des lois qui régissent les crues de la Seine. En même temps, il perfectionnait l'installation des instruments magnétiques de l'Observatoire et s'appliquait, avec M. Wolf, à de fructueuses recherches de Spectroscopie stellaire.

En 1868, l'Observatoire de Paris se résolut très tardivement à organiser une expédition pour l'observation de l'éclipse de Soleil du 18 août et me fit l'honneur de m'en confier la direction. Malgré l'exiguïté du délai, je décidai aisément Rayet et Tisserand à m'accompagner à la côte orientale de la presqu'île de Malacca.

L'ensemble des observations exécutées pendant cette mémorable éclipse est bien connu. On sait qu'elles ont élucidé, dans ses parties essentielles, la question des protubérances solaires.

Assurément, à cette époque, il ne subsistait guère de doutes sur la réalité objective de ces apparences. Néanmoins on n'était guère affirmatif relativement à leur siège et, quant à leur nature intime, l'ignorance était complète.

Dès les premiers moments de la totalité, Rayet, qui avait pris la charge des observations spectroscopiques, avait disposé la fente de son spectroscope suivant l'axe d'une haute protubérance. Il vit aussitôt neuf lignes brillantes se détachant sur un fond d'un violacé très sombre. Elles se terminaient brusquement au bord lunaire tandis que, de l'autre côté, elles se prolongeaient inégalement. Il eut alors la présence d'esprit de tourner de 90° la fente de son spectroscope et alors, au lieu de longues raies brillantes, il n'en eut plus que de très courtes correspondant à la largeur de la protubérance.

Cette belle observation prouvait d'une manière non douteuse que les protubérances sont des vapeurs métalliques incandescentes où domine l'hydrogène et que quelques-unes de ces vapeurs s'élèvent à une assez grande hauteur dans l'atmosphère coronale.

En 1868, les raies brillantes ont été aperçues aussi, en plus ou moins grand nombre, par d'autres observateurs et en particulier

par M. Janssen. On sait que ce célèbre astronome a rendu en outre son nom populaire, conjointement à celui de Lockyer, en donnant une méthode pour dessiner les protubérances en dehors des éclipses; mais, pour être juste, il faut reconnaître, qu'entre toutes les observations spectrales exécutées pendant l'éclipse même, aucune ne fut plus complète et plus décisive que celle de Rayet.

En mai 1874, Rayet était venu passer plusieurs jours à Marseille, à l'occasion de mon mariage. Quelques mois plus tard, en octobre, il vint s'y établir, comme chargé d'un cours d'Astronomie physique à la Faculté des Sciences, à la suite de difficultés intestines de l'Observatoire de Paris sur lesquelles il serait hors de propos d'insister aujourd'hui.

Dans l'enseignement supérieur, il se montra tout de suite aussi expert qu'il s'était montré à ses premiers débuts dans l'enseignement secondaire. Ses leçons publiques étaient suivies avec un empressement qui n'a jamais faibli.

Pendant ce séjour à Marseille, une grande partie de ses journées se passaient naturellement à l'observatoire. Sa collaboration me fut souvent précieuse, en raison surtout de ses qualités de bon physicien, en particulier, lorsque nous rattachâmes pour la première fois le réseau géodésique d'Algérie au réseau français, avec M. Læwy et feu le général Perrier, en déterminant les différences de longitudes entre Alger, Marseille et Paris.

Rayet se plaisait à coup sûr à Marseille; cependant son idéal bien naturel était de venir se fixer définitivement dans cette admirable ville de Bordeaux, où il avait vu le jour, le 12 décembre 1839.

Son désir se réalisa, grâce surtout à deux de nos amis communs, dont les noms sont partout et ici plus encore qu'ailleurs justement vénérés, je veux parler de Houël et de Lespiault. Il fut appelé à la Faculté de Bordeaux, comme chargé de cours, le 25 janvier 1876.

Vous avez, messieurs, pour la plupart, été témoins de ce qu'il a fait depuis lors. Vous l'avez vu consacrer son intelligence et son activité à la fondation et à la direction de ce bel observatoire de Floirac dont les travaux occupent une place si distinguée dans l'ensemble du mouvement astronomique des vingt-cinq dernières années. A défaut d'autre preuve, l'importance du rôle de l'observatoire de Bordeaux serait suffisamment attestée par la collectio

des douze volumes de ses *Annales*, à la rédaction desquels Rayet a pris une part prépondérante.

L'énumération seule des principales matières, qui y sont contenues, nous est interdite.

Notons cependant la participation de l'Observatoire de Bordeaux au grand travail de la Carte du Ciel. Rayet a eu la satisfaction de mettre en quelque sorte la dernière main à cet ouvrage considérable par lequel il a bien mérité, avec ses habiles collaborateurs, de tous les astronomes du présent et de l'avenir.

L'existence de notre ami n'a pas été exempte de chagrins cruels. Privé d'assez bonne heure de sa mère, il avait reporté toutes ses tendresses sur son digne père, que j'ai eu l'honneur d'entourer longtemps de mon respect, puis sur son frère.

Vous savez tous, messieurs, combien a été éclatante la courte carrière d'Olivier Rayet à l'École Normale d'abord, puis à celle d'Athènes et enfin comme savant archéologue.

Georges aimait avec passion ce frère dont il était fier. En le perdant, il a été atteint jusqu'au plus profond de lui-même. Dès cette époque, il a été envahi par une mélancolie qui ne s'est jamais complètement dissipée.

Cependant les suffrages, dont il a été l'objet, ont dû lui être bien sensibles. Les plus précieux ont probablement été ceux qu'il a reçus ici même, par exemple lorsque ses collègues de la Faculté des Sciences lui conférèrent l'honneur du décanat.

Son mérite exceptionnel n'était pas moins apprécié du monde savant tout entier que de ses compatriotes. Il en a eu les preuves lorsqu'il a été nommé correspondant de l'Institut et officier de la Légion d'honneur.

Cependant, à ses yeux, comme aux miens, ces hautes distinctions n'avaient pas la saveur des joies de l'amitié.

Presque chaque année je me faisais une fête de venir en goûter les charmes près de lui, à Floirac. Pendant longtemps, ces réunions me procuraient un plaisir sans mélange. Puis je reconnus que la santé de mon pauvre ami était profondément atteinte. Lui-même ne se faisait guère d'illusion. En me reconduisant, il y a deux ans, et en m'embrassant au moment de nous séparer il versa des larmes.

Cependant, quand je le revis à Paris, il y a quinze jours, son état

semblait plutôt amélioré, et voilà qu'au milieu de l'avant-dernière nuit un brutal télégramme est venu m'annoncer que tout était fini.

Non, messieurs, tout n'est pas fini. Par sa belle existence toute d'honneur et de travail, par son dévouement à la Science, Rayet laisse une mémoire qui ne périra pas de longtemps. Elle sera surtout pieusement conservée dans cet observatoire qu'il a élevé à la gloire de la Science, de sa ville natale et de la grande patrie.

DISCOURS PRONONCÉ AUX FUNÉRAILLES DE M. RAYET, LE 16 JUIN 1906;

PAR M. PUISEUX,
Astronome de l'Observatoire de Paris.

La mort, qui a si rapidement éclairci, dans ces dernières années, les rangs des astronomes français, vient encore de faire une victime illustre. D'autres caractériseront, avec plus d'autorité que je ne puis le faire, l'œuvre que M. Rayet laisse derrière lui. D'autres vous diront avec une expérience plus intime dans quelle large mesure il unissait les qualités du cœur à celles de l'intelligence. Si je suis appelé à joindre ma voix à la leur, c'est qu'à une période déjà éloignée de sa belle carrière, celle où le talent s'affirme et où la vocation se décide, M. Rayet avait appartenu à l'Observatoire de Paris. Pendant 10 ans, de 1863 à 1874, il l'a fortifié par son exemple, honoré par ses travaux. Le Directeur et les membres du plus important des établissements astronomiques français ont pensé que cette circonstance leur imposait le devoir d'être représentés. Associés par de précieux souvenirs à la douleur d'une famille affligée, au deuil de l'Observatoire et de la Ville de Bordeaux, ils m'ont confié l'honneur d'être ici leur interprète. Mes paroles, si brèves qu'elles soient, seront l'expression de regrets profonds et sincères.

Essayons de nous en distraire un moment en reportant nos yeux sur cette époque de brillante jeunesse et de souple énergie. Rayet a fait partie de cette pléiade distinguée que l'École Normale a fournie en peu d'années à l'Astronomie. Élève de la promotion

de 1859, il conquiert de haute lutte, à la sortie de l'École, le titre d'agrégé. Pendant un an il professe la Physique au lycée d'Orléans. Mais ses aptitudes, très remarquées, pour l'enseignement, étaient dominées chez lui par la vocation scientifique. Il entre à l'Observatoire de Paris en 1863 dans un poste très modeste. Chargé avec Marié Davy d'organiser le service de la prévision du temps et des avertissements météorologiques, il voit bientôt retomber sur lui presque toute la charge de ce lourd service. Mais ce n'était pas en vain que, déjà maître par le savoir, il s'était mis à l'école de Le Verrier, ce grand entraîneur d'intelligences et de volontés.

Les années qui suivent sont marquées à de courts intervalles par de beaux Mémoires sur les tempêtes, le magnétisme terrestre, les tremblements de terre. Le relevé complet des observations magnétiques faites à l'Observatoire de Paris, depuis 1672, lui fournit une base assez solide pour prédire la marche de l'aiguille aimantée pendant un siècle à venir.

Mais bientôt l'occasion s'offre à lui d'appliquer à l'étude du ciel sa connaissance approfondie de la Physique. De concert avec son maître et ami M. Wolf, il caractérise le spectre de toutes les comètes apparues sur l'horizon de Paris de 1865 à 1874, constate leur étroite parenté, enregistre par des dessins soignés leurs transformations quotidiennes. L'apparition d'une étoile nouvelle dans la constellation de la Couronne, en 1866, révèle des raies spectrales brillantes qui ne se rattachent à aucun élément chimique connu. A cette découverte, faite simultanément dans plusieurs observatoires, s'en ajoute bientôt une autre d'un plus grand prix. N'existe-t-il pas des étoiles fixes qui montrent, à l'état permanent, ces caractères fugitifs du spectre des étoiles nouvelles? Pendant longtemps l'expérience semble répondre par la négative, mais Wolf et Rayet ne se découragent pas, et ils ont enfin la joie de pouvoir annoncer que trois faibles étoiles, dans la constellation du Cygne, présentent aussi les lignes mystérieuses. Le nombre de leurs similaires est demeuré très faible, malgré les efforts de nombreux chercheurs. Elles portent, dans tous les traités d'Astronomie physique publiés depuis, le nom d'étoiles Wolf-Rayet et, selon toute apparence, tant que l'étude du ciel sera en honneur, elles préserveront de l'oubli l'homme éminent dont nous déplorons la perte.

La constitution physique du Soleil lui a fourni aussi le sujet de divers travaux condensés dans sa thèse de doctorat. De nombreux faits recueillis et groupés par lui sont venus appuyer les brillantes intuitions de Faye. Au cours d'un voyage au Siam, entrepris en 1868, avec MM. Stephan et Tisserand, pour l'observation d'une éclipse totale de Soleil, Rayet signala une particularité inédite et de haute portée : les raies brillantes se prolongeaient dans le spectre des protubérances fort au delà des limites assignées par la vue simple. Tout en faisant face aux difficultés d'une installation astronomique dans un pays malsain et dénué de ressources, il exécutait des déterminations magnétiques absolues, ce qui n'avait jamais été fait jusque-là dans une station temporaire.

Le titre de Chef de service de la Physique du Globe, conféré à Rayet en 1873, semblait devoir l'attacher définitivement à l'Observatoire de Paris. Mais le gouvernement de cette époque, sous l'empire d'un courant de sage décentralisation, s'appliquait à doter la province de nouveaux laboratoires scientifiques. Rayet vit dans un changement de poste l'occasion d'un service à rendre à son pays. Après un court passage à la Faculté des Sciences de Marseille nous le retrouvons en 1876, enseignant l'Astronomie physique dans sa ville natale. Divers Rapports adressés par lui au Ministre de l'Instruction publique, de concert avec MM. Abria et Lespiault, concluent à la fondation d'un observatoire sur l'emplacement actuel. Il eut la joie de voir la ville et les pouvoirs publics entrer dans ses vues et, en 1879, il était nommé directeur de l'établissement nouvellement créé.

Ce qu'il fut dans ce poste, il ne m'appartient pas de le dire. On me permettra seulement de rappeler que Rayet, investi de responsabilités nouvelles, n'oublia jamais la forte école où s'était développée sa vocation scientifique. A peine en possession d'un instrument méridien, il tient à rattacher lui-même son observatoire à celui de Paris par une détermination de longitude. Peu d'années après, quand fut conçu le projet de la Carte internationale du Ciel, Rayet fut un des premiers à promettre à cette initiative française son dévoué concours. Il l'a donné depuis, vous savez tous avec quelle ardeur et quelle générosité, sans témoigner jamais le plus léger regret pour le temps ainsi enlevé à ses recherches personnelles. Il

n'y a jamais renoncé, ses belles publications en témoignent, mais il a toujours subordonné le souci de sa réputation au devoir patriotique d'assurer le succès du travail commun.

Cette abnégation, qui ajoute au talent de Rayet quelque chose de rare et d'achevé, nous la reconnaissons encore à d'autres signes. Il n'est pas un de ses Rapports annuels où n'éclate en première ligne la préoccupation de mettre en lumière l'effort de ses collaborateurs et de souligner leur mérite. Aussi a-t-il formé de nombreux élèves qui tous gardent un culte pour sa mémoire, aussi bien les auxiliaires du premier jour, restés fidèles jusqu'au bout, comme MM. Doublet et Courty, que ceux qui se sont fait dans d'autres Universités une place distinguée. Quand on a pris ainsi sur le fait l'alliance de facultés éminentes avec une stricte justice et une parfaite bonté, on comprend vraiment l'unanimité des regrets suscités par cet ardent travailleur, qui n'a jamais connu d'autre repos que celui de la tombe.

J'adresse un adieu ému à Rayet au nom des astronomes de Paris dont il a été la gloire et dont il restera le modèle.

•

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA THÉORIE DES APPAREILS SÉISMQUES;

PAR M. A. ORLOFF,

Astronome de l'Université impériale de Dorpat.

Supposons que le séismographe soit un corps solide ayant un axe de rotation. Sa position par rapport aux axes invariablement liés avec la Terre et mobiles pendant le séisme est alors déterminée par l'angle θ entre deux plans passant l'un par l'axe de rotation et le centre de gravité du corps au moment d'équilibre, l'autre par l'axe de rotation et par la position considérée du centre de gravité. Si

$$L_1 + L_2$$

est la somme des moments de toutes les forces qui agissent sur le pendule et C est le moment d'inertie du corps par rapport à l'axe de rotation, le mouvement du pendule est donné par l'équation

$$C \frac{d^2 \theta}{dt^2} = L_1 + L_2.$$

Par L_1 nous désignons la somme des moments des forces directement appliquées au corps, c'est-à-dire de la force de gravité, de la résistance, etc., et par L_2 la somme des moments des forces fictives centrifuges, le moment de la force centrifuge composée étant nul; L_2 est une fonction des six paramètres, qui déterminent la position des axes invariablement liés avec l'axe de rotation du pendule par rapport aux axes fixes quelconques. On dit ordinairement que L_2 est une fonction connue du temps, parce que, si l'on a les séismogrammes, on peut en tirer θ et par suite

$$L_2 = C \frac{d^2 \theta}{dt^2} - L_1$$

en fonction du temps, car L_1 est une fonction donnée de θ et de $\frac{d\theta}{dt}$.

Mais pratiquement trouver cette fonction même numériquement est presque impossible, car le mouvement des chronographes que l'on emploie dans la séismologie est tout à fait irrégulier, et, quoiqu'on multiplie le nombre des appareils et des stations séismiques, on ne pense pas à améliorer ces chronographes.

S'il n'y a pas de mouvement séismique de la Terre on a

$$L_1 = 0$$

et par suite

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = L,$$

où

$$L = \frac{L_1}{C}.$$

M. Lippmann (*Comptes rendus*, t. CX, 1890) a supposé que L est de la forme

$$a\theta + b\theta',$$

où a et b sont des constantes. Or, l'expérience montre qu'en général L contient encore un terme constant, dépendant de la force du frottement, de sorte que l'équation du mouvement propre du pendule sera de la forme

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2k \frac{d\theta}{dt} + n(\theta + \rho) = 0,$$

où k , n et ρ sont trois constantes, de plus ρ change son signe avec $\frac{d\theta}{dt}$.

Si l'on suppose qu'à l'instant $t = 0$, $\frac{d\theta}{dt} = 0$ et $\theta = \theta_0$, et que $n > k^2$, on aura

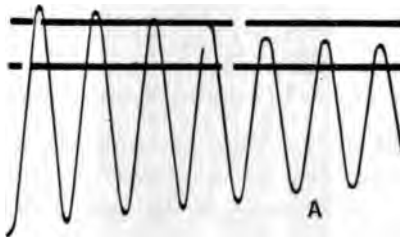
$$(1) \quad \theta + \rho = (\theta_0 + \rho) e^{-kt} \left(\cos \mu t + \frac{k}{\mu} \sin \mu t \right),$$

où

$$\mu^2 = n - k^2.$$

Prenons quelques exemples.

Fig. 1.



Si l'enregistrement est optique on obtient la courbe telle que (A)

qui est représentée par l'équation (1), et où il faut poser

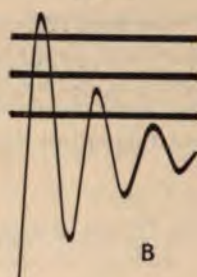
$$\rho = 0,$$

$$k = 0,0097,$$

$$\frac{\pi}{\mu} = 4,02.$$

Si l'enregistrement est optique et que le pendule ait un amortissement artificiel, par exemple aérien ou magnétique, on obtient la courbe telle que (B).

Fig. 2.



Pour la représenter analytiquement il faut, dans l'équation (1), faire

$$\rho = 0,$$

$$k = 0,101,$$

$$\frac{\pi}{\mu} = 3,89.$$

La courbe (C) représente le mouvement du pendule avec enregis-

Fig. 3.



trement mécanique. On a ici

$$\rho = \pm 1,54, \quad \left(+, \text{ si } \frac{d\theta}{dt} > 0 \quad \cdot \quad \text{ si } \frac{d\theta}{dt} < 0 \right),$$

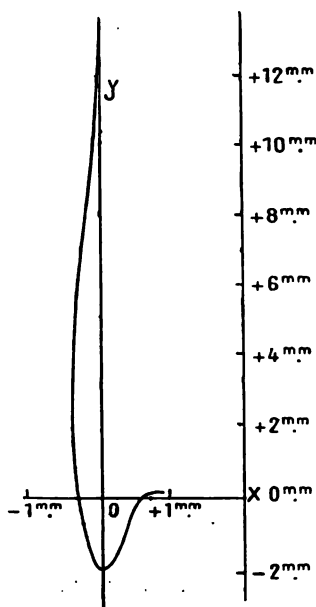
$$k = 0,01,$$

$$\frac{\pi}{\mu} = 2,07.$$

Les courbes (A), (B) et (C) ont été obtenues à Dorpat avec les pendules de Zöllner, modifiés légèrement par M. Lévitky et par M. le Prince Galizin.

La courbe (D) a été obtenue avec le grand pendule de M. Wiechert à Göttingue. La masse de ce pendule est égale à 17 000^{kg} et l'agrandissement 2 200 fois! Le pendule a un amortissement aérien

Fig 4.



considérable et un enregistrement mécanique. Dans ce cas

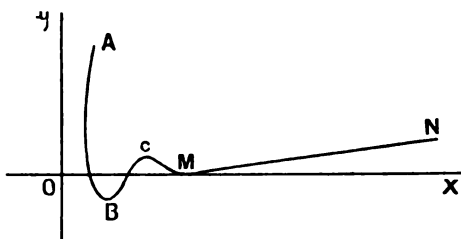
$$\rho = \pm 0,065,$$

$$k = 2,18,$$

$$\frac{\pi}{\mu} = 0.85.$$

Seulement on a ici quelques réductions à faire. Désignons par x et y deux coordonnées d'un point de la courbe ABC (*fig. 5*), qui

Fig. 5.



est écrite par la pointe M du levier MN, dont la longueur est égale à R , et soit α l'angle NMX. Pendant l'équilibre du pendule la pointe M se trouve sur l'axe OX. Si α est l'abscisse du point N (centre de rotation du levier), on aura

$$(x - \alpha)^2 + (y - R \sin \alpha)^2 = R^2.$$

Si l'on prend une unité de temps telle que la vitesse de rotation (supposée uniforme) du chronographe soit égale à l'unité, on aura

$$\alpha = \alpha_0 + t,$$

où α_0 est une constante, et l'on obtiendra, en négligeant les quantités du second ordre par rapport à α et $\frac{1}{R}$,

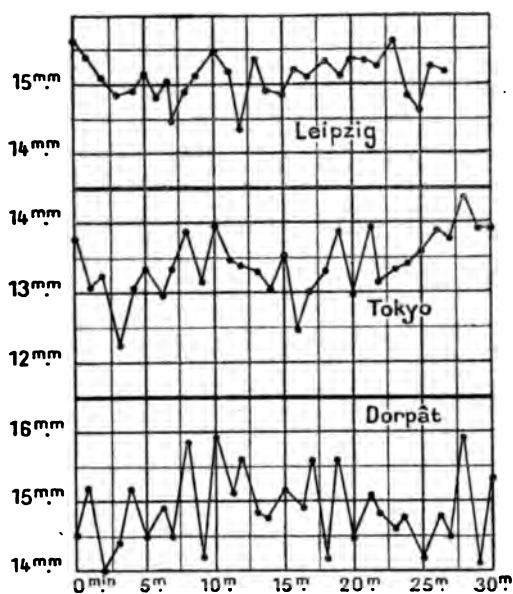
$$t = x - (y^2 - y_0^2) \frac{1}{2R} + (y - y_0) \sin \alpha.$$

Par y_0 nous avons désigné ce que devient y pour $t = 0$. Pour la courbe (D), $R = 147$ et $\sin \alpha = +0,0205$.

Pour bien illustrer ce que j'ai dit plus haut sur les chronographes j'ai mesuré les longueurs d'une minute sur les séismogrammes, obtenus à Leipzig avec le pendule de M. Wiechert, à Tokyo avec le pendule de M. Omori et enfin à Dorpat, avec le pendule de Zöllner, modifié par M. Lévitky et j'ai représenté les résultats sur

les diagrammes ci-dessous, où les ordonnées des points sont les longueurs des minutes correspondantes.

Fig. 6.



On voit bien que les chronographes laissent encore beaucoup à désirer.

RÉGLAGE PHOTOGRAPHIQUE DU CÉLOSTAT;

PAR M. SIMONIN.

Lorsqu'on veut placer exactement l'axe d'un célostât suivant la ligne des pôles, on détermine d'abord la méridienne et la latitude du lieu. Puis on règle la hauteur de l'axe au-dessus de l'horizon, soit par autocollimation, soit en observant, d'abord directement, puis par réflexion, une étoile à son passage au méridien. Ensuite on corrige l'azimut de l'axe du célostât, en amenant au centre du champ d'un théodolite l'image d'une étoile réfléchie horizontalement dans un azimut donné par une formule simple.

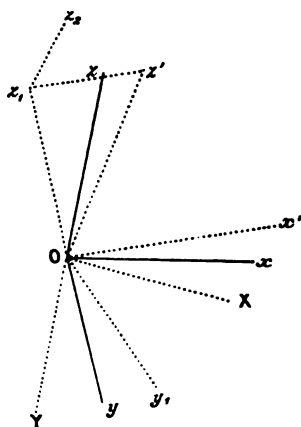
Ces procédés nécessitent des lectures de petits cercles, faites

parfois hâtivement; les difficultés augmentent encore dans le cas d'une installation provisoire. Si ces réglages ne sont pas parfaits, l'image d'une étoile réfléchiée par le célostat n'est pas absolument fixe; son déplacement est sensible si l'objectif qui reçoit les rayons réfléchis est à long foyer.

M. de la Baume, en nous signalant cet inconvénient à Alcala de Chisvert quelques jours avant l'éclipse totale du Soleil du 30 août dernier, émit l'idée qu'on pourrait utiliser ces déplacements pour le réglage du célostat. Tel est le problème dont nous donnons ici une solution.

Soient $Oxyz$ trois axes de coordonnées rectangulaires se cou-

Fig. 1.



pant au centre O du miroir; Oz est dirigé vers le pôle Nord; l'horizontale Ox , vers l'Est; Oy , dans l'équateur, est dirigé vers le Sud.

Supposons que l'axe du célostat soit Oz' et soient Oz_1 , Oz_2 les projections de Oz' sur les plans yOz , xOz .

Posons

$$z_1 Oz = h,$$

$$z_2 Oz = a.$$

Nous conviendrons que h est positif, si Oz_1 est compris entre Oz et la verticale et que a est positif si Oz_2 est à l'ouest de Oz .

Autour de Ox , faisons tourner zOy de l'angle h , nous avons le second système $Ox_1y_1z_1$, avec les relations

$$(1) \quad \begin{cases} y_1 = y \cos h - z \sin h, \\ z_1 = y \sin h + z \cos h. \end{cases}$$

Nous passons de ce second système aux axes $Ox'y', z'$ en faisant tourner, autour de Oy_1 , Ox_1z_1 d'un angle α défini par l'équation

$$\sin \alpha = \sin h \cos h.$$

Comme nous négligerons les puissances de α et de h supérieures à la première, nous avons

$$(2) \quad \begin{cases} x' = x \cos \alpha + z_1 \sin \alpha, \\ z' = -x \sin \alpha + z_1 \cos \alpha. \end{cases}$$

Les coordonnées x, y, z d'une étoile E , dont l'ascension droite est $\mathcal{R}$ et la déclinaison δ , sont au temps t marqué par la pendule sidérale

$$(3) \quad \begin{cases} x = \cos \delta \sin (\mathcal{R} - t), \\ y = \cos \delta \cos (\mathcal{R} - t), \\ z = \sin \delta. \end{cases}$$

Les formules (1) et (2) donnent les coordonnées de cette étoile par rapport aux autres systèmes d'axes.

Pour obtenir les coordonnées de l'image E' de l'étoile réfléchie par le célost, nous supposerons qu'à l'heure sidérale t_0 à laquelle cette étoile se lève, le miroir est vertical.

Dans ces conditions, OE et OE' sont deux horizontales inclinées d'un même angle azimutal A sur la ligne méridienne et au temps t de l'observation, la trace du plan du miroir sur $Ox'y_1$ est OY , telle que $YOy_1 = \frac{t - t_0}{2}$.

Pour avoir les coordonnées du point E_0 symétrique de l'étoile par rapport à ce plan, considérons le système $Oz'XY$; les coordonnées x', y_1, X, Y , de l'étoile sont données par les relations

$$(4) \quad \begin{cases} x' = X \cos \frac{t - t_0}{2} - Y \sin \frac{t - t_0}{2}, \\ y_1 = X \sin \frac{t - t_0}{2} + Y \cos \frac{t - t_0}{2}. \end{cases}$$

Les coordonnées de E_s sont $-X, Y, z'$ dans le système $Oz'XY$;

désignons par x'_s, y'_{1s}, z'_s ses coordonnées dans le système $Ox'y, z'$, nous avons

$$(5) \begin{cases} x'_s = -X \cos \frac{t-t_0}{2} - Y \sin \frac{t-t_0}{2} = -x' \cos(t-t_0) - y_1 \sin(t-t_0), \\ y'_{1s} = -X \sin \frac{t-t_0}{2} + Y \cos \frac{t-t_0}{2} = -x' \sin(t-t_0) + y_1 \cos(t-t_0), \\ z'_s = z'. \end{cases}$$

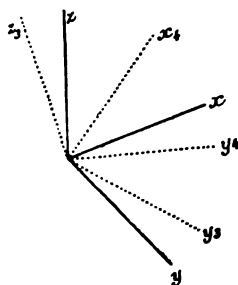
Si l'on reçoit sur un verre dépoli l'image E_c de l'étoile E , les coordonnées de E_c sont égales et de signe contraire à celles de E .

Remplaçons dans les équations (5) x'_s, y'_{1s}, z'_s par $-x'_c, -y'_{1c}, -z'_c$, nous avons, en tenant compte des relations (1), (2) et (3),

$$(6) \begin{cases} x_c = \cos \delta \sin(A-t_0) + a \sin \delta \cos(t-t_0) - h \sin \delta \sin(t-t_0) + a \sin \delta, \\ y_c = -\cos \delta \cos(A-t_0) + a \sin \delta \sin(t-t_0) + h \sin \delta \cos(t-t_0) - h \sin \delta, \\ z_c = -\sin \delta + a \cos \delta [\sin(A-t) + \sin(A-t_0)] \\ \quad - h \cos \delta [\cos(A-t) - \cos(A-t_0)]. \end{cases}$$

Nous avons ainsi les coordonnées du point E_c par rapport au système $Oxyz$; pour étudier le mouvement de ce point sur le verre dépoli ou sur un cliché placé au foyer de l'objectif, il nous reste encore à faire tourner $Oxyz$ autour de Ox , de l'angle $90^\circ - \varphi$ égal

Fig. 2.



à la colatitude, pour passer au système Oxy_3z_3 , puis le système Oxy_3z_3 de l'angle A autour de Oz_3 pour arriver aux axes définitifs $Ox_4y_4z_4$, Oz_3 est dirigé vers le zénith; Oy_4 est perpendiculaire au plan du verre dépoli, et Ox_4 est dirigé vers la droite de l'observateur qui, placé à l'est du célostât, regarde l'image de l'étoile sur le verre dépoli.

En nous servant des équations (6) et des relations (7), (8) et (9), faciles à établir,

$$(7) \quad \begin{cases} y_3 = y \sin \varphi - z \cos \varphi, \\ z_3 = y \cos \varphi + z \sin \varphi; \end{cases}$$

$$(8) \quad \begin{cases} x_4 = x \cos A - y_3 \sin A, \\ y_4 = x \sin A + y_3 \cos A, \\ z_4 = z_3; \end{cases}$$

$$(9) \quad \begin{cases} \cos A = \frac{\sin \delta}{\cos \varphi}, \\ \sin A = \cos \delta \sin(\mathcal{R} - t_0), \\ \cos(\mathcal{R} - t_0) = -\tan \delta \tan \varphi; \end{cases}$$

nous avons pour les coordonnées x_{4c} , z_{4c} du point E_c , après toutes simplifications,

$$(10) \quad \begin{cases} x_{4c} = a \cos \varphi [1 + \cos(t - t_0)] - h \cos \varphi \sin(t - t_0), \\ z_{4c} = a \cos \varphi \sin \delta \sin(t - t_0) - h \cos \varphi \sin \delta [1 - \cos(t - t_0) \\ \quad + a \sin \varphi \cos \delta [\sin(\mathcal{R} - t) + \sin(\mathcal{R} - t_0)] \\ \quad - h \sin \varphi \cos \delta [\cos(\mathcal{R} - t) - \cos(\mathcal{R} - t_0)]]. \end{cases}$$

Ces équations (10) montrent que le point E_c décrit dans un jour une ellipse dont l'équation est

$$(x \cos A - a \sin \delta)^2 + (\sin A \sin \varphi x - \cos \varphi z - h \sin \delta)^2 = (a^2 + h^2) \sin^2 \delta.$$

Le diamètre vertical est conjugué d'un diamètre dont la projection sur le plan méridien est la ligne des pôles. C'est à cette dernière droite que se réduit l'ellipse dans le cas où

$$\delta = 0.$$

Dans ce cas particulier, a est facile à déterminer par la méthode actuelle; il n'en est pas de même pour h . Nous supposons donc désormais que l'étoile choisie n'est pas dans l'équateur et les formules qui suivent montrent qu'il vaut mieux se servir d'une étoile aussi éloignée que possible de l'équateur.

Si l'on détermine par rapport à deux axes de coordonnées tracés sur le verre dépoli x_{4c} , z_{4c} au temps t , puis x'_{4c} , z'_{4c} , au temps t' , les quantités mesurées $x'_{4c} - x_{4c}$, $z'_{4c} - z_{4c}$ donneront, par une résolution de deux équations linéaires, a et h . Dans le cas d'une

étoile équatoriale, on n'aurait ainsi qu'une équation ; une troisième mesure serait nécessaire.

Si $F(t)$ est une fonction quelconque du temps, que nous désignons par ΔF la différence $F(t') - F(t)$ et que nous supprimions les indices de x_{4c} , z_{4c} , les équations (10) nous donnent

$$(11) \quad \begin{cases} \Delta x = a \cos \varphi \Delta \cos(t - t_0) - h \cos \varphi \Delta \sin(t - t_0), \\ \Delta z = a \cos \varphi \sin \delta \Delta \sin(t - t_0) + a \cos \delta \sin \varphi \Delta \sin(R - t) \\ \quad + h \cos \varphi \sin \delta \Delta \cos(t - t_0) - h \sin \varphi \cos \delta \Delta \cos(R - t). \end{cases}$$

On tire aisément de là, pour a et h , les valeurs suivantes :

$$(12) \quad \begin{cases} 2 \sin \delta \sin \frac{t' - t}{2} a = - \Delta x \left[\cos \varphi \sin \delta \sin \left(\frac{t + t'}{2} - t_0 \right) \right. \\ \quad \left. + \sin \varphi \cos \delta \sin \left(R - \frac{t + t'}{2} \right) \right] \\ \quad + \Delta z \cos \varphi \cos \left(\frac{t + t'}{2} - t_0 \right), \\ 2 \sin \delta \sin \frac{t' - t}{2} h = - \Delta x \left[\cos \varphi \sin \delta \cos \left(\frac{t + t'}{2} - t_0 \right) \right. \\ \quad \left. - \sin \varphi \cos \delta \cos \left(R - \frac{t + t'}{2} \right) \right] \\ \quad - \Delta z \cos \varphi \sin \left(\frac{t + t'}{2} - t_0 \right), \end{cases}$$

Ces formules (12) donnent la solution générale du problème proposé. Des mesures et des calculs effectués récemment nous ont montré que l'erreur produite sur les mesures par la variation de la réfraction aux époques t et t' n'étaient pas négligeables. On peut éviter de tenir compte de la réfraction en s'assujettissant à observer symétriquement de part et d'autre du méridien. Dans ce cas, nous obtenons les formules plus simples

$$(13) \quad \begin{cases} 2 \sin \frac{t' - t}{2} a = - \frac{\sin \varphi}{\cos \delta} \Delta z - \frac{\cos \varphi \sin \Lambda}{\cos \delta} \Delta x, \\ 2 \sin \delta \sin \frac{t' - t}{2} h = \frac{\sin \varphi}{\cos \delta} \Delta x - \frac{\cos \varphi \sin \Lambda}{\cos \delta} \Delta z. \end{cases}$$

Connaissant a et h , la distance focale f de l'objectif, les pas p , p' des vis de réglage en azimut et en hauteur et leurs distances d , d' aux pivots autour desquels elles font tourner le célost, on a pour le nombre des tours T , T' , dont il faut faire tourner ces vis,

$$T = \frac{ad}{fp}, \quad T' = \frac{ad'}{fp'}.$$

Si a est positif, il faut pousser vers l'Est la partie nord du célostât; si h est positif, il faut élever la partie sud de l'instrument.

Ces formules, établies pour le cas où l'on renvoie à l'Est l'image de l'étoile, s'appliquent aisément au second cas où l'image est renvoyée à l'Ouest; dans les formules (12), il suffit de désigner par t_0 l'heure du coucher de l'étoile; dans les formules (13) il n'y a qu'à changer le signe de A . Rappelons que, dans les deux cas, l'axe Oz est dirigé vers le zénith et l'axe Ox , vers la droite de l'observateur qui vise l'image sur le verre dépoli.

Les formules (12) et (13), relatives au premier cas, ont été vérifiées à Nice récemment par des mesures directes faites à l'aide d'un compas, à l'époque de la pleine Lune; ensuite nous avons remplacé le verre dépoli par un cliché qui permet des mesures plus exactes. Les temps de pose variaient de 1 à 2 heures, ce qui n'a aucun inconvénient dans le cas du célostât de Nice, muni du régulateur électrique de M. Gautier.

Nous avons pu ainsi régler aisément et très exactement, sans le secours d'un théodolite, un célostât placé sur un pilier à peu près orienté suivant la ligne méridienne.

SUR LE SPECTRE DES ÉTOILES NOUVELLES;

PAR M. H.-E. LAU.

On sait que le spectre des étoiles nouvelles est caractérisé par l'apparition de raies doubles, composées d'une raie brillante, dans la position normale, et d'une raie noire déplacée vers le violet. Ce dédoublement a été constaté dans le spectre de toutes les étoiles nouvelles parues dans ces dernières années.

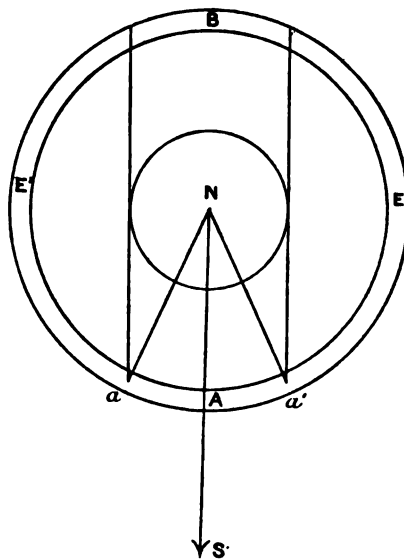
L'explication de lord Kelvin consiste à supposer qu'on est en présence d'une éruption d'hydrogène ⁽¹⁾. Par suite d'une collision de deux étoiles, une partie de la masse gazeuse sera portée à une température très élevée, sans énergie cinétique; une autre partie sera lancée de tous côtés à une vitesse énorme, sans élévation de

(1) *The Observatory*, t. XXIV, p. 224.

température, et cette partie, le gaz refroidi, absorbe les radiations du noyau incandescent. La matière absorbante étant toujours en mouvement vers nous, les raies d'absorption se déplacent vers le violet. Cette théorie ingénieuse a été développée plus tard par MM. Halm, Pickering, et surtout par M. Very ⁽¹⁾; cependant, on est loin d'en avoir tiré toutes les conséquences. La Note présente a pour but d'établir quelques théorèmes concernant la position, la largeur et la courbe d'intensité des raies d'hydrogène.

Soient N le noyau incandescent de la Nouvelle, AEBE' une

Fig. 1.



couche d'hydrogène lancée de l'étoile à la vitesse V . Dénotons l'angle aNa' par 2φ ; exprimons la vitesse radiale en fonction de φ .

À l'intérieur de la zone d'absorption aa' , la vitesse radiale varie de $-V$ à $-V \cos \varphi$. La différence de ces valeurs représente la largeur, leur moyenne, le déplacement du centre de la raie noire qui résulte de l'absorption des radiations du noyau. Nous exprimons ici le déplacement, ainsi que la largeur, des raies en km : sec

⁽¹⁾ *Astr. Nachr.*, n° 3771.

orce que ces quantités restent les mêmes pour toutes les raies de hydrogène indépendantes de leur longueur d'onde. Exprimés en s unités, la largeur de la raie noire sera égale à $V(1 - \cos \varphi)$, le déplacement du centre à $-\frac{V}{2}(1 + \cos \varphi)$.

Pour les zones E et E', qui produisent les raies brillantes du spectre, la vitesse radiale varie entre les limites $-V \cos \varphi$ et $+V \cos \varphi$. On a donc

	Raies	
	brillantes.	noires.
Déplacement du centre	0	$-\frac{1}{2}V(1 + \cos \varphi)$
Largeur de la raie	$2V \cos \varphi$	$V(1 - \cos \varphi)$

Pendant la propagation de la couche d'hydrogène, la valeur de φ tombe de π à 0. En remplaçant φ par ces limites, on trouvera les résultats insérés au Tableau ci-dessous :

		Spectres	
		original.	final.
)	Raies brillantes. Déplacement	0	0
	Raies brillantes. Largeur	0	$2V$
	Raies noires. Déplacement	$-\frac{1}{2}V$	$-V$
	Raies noires. Largeur	V	0

Avant de comparer ces conclusions théoriques aux observations, étudions la distribution de l'énergie dans une raie d'hydrogène. Les particules dont les vitesses radiales sont renfermées entre ces limites

$$\rho' = -V \cos u' \quad \text{et} \quad \rho'' = -V \cos u'' = -\cos(u' + du)$$

forment évidemment une zone annulaire, dont l'aire est égale à $2\pi r^2 \sin u' du'$. La radiation totale de cette zone peut être représentée par l'expression $2\pi \mu r^2 \sin u' du'$, μ étant une constante. D'après la loi de Lambert, la radiation émise suivant la ligne de visée sera égale à $2\pi \mu r^2 \sin u' \cos u' du'$ ou $\pi \mu r^2 \sin 2u' du'$. Dans le spectre de l'étoile, cette énergie est représentée par une raie brillante, située entre les longueurs d'onde λ' et λ'' qui correspondent aux vitesses limites ρ' et ρ'' . On obtient donc en intégrant l'expression ci-dessus entre les limites u' et u''

$$\int_{\lambda'}^{\lambda''} E d\lambda = \frac{\pi}{2} \mu r^2 (\cos 2u' - \cos 2u'').$$

Remplaçons $\cos 2u'$ et $\cos 2u''$ par leur valeur en fonction de ρ' et ρ'' . Après réduction on trouvera le second membre de l'équation égale à

$$\pi\mu\left(\frac{r}{V}\right)^2(\rho'+\rho'')(\rho'-\rho'').$$

Dénotons par λ_0 la longueur d'onde normale de la raie considérée. Cela posé, on a évidemment, c étant la constante connue,

$$\rho' = \lambda(\lambda' - \lambda_0), \quad \rho'' = \lambda(\lambda'' - \lambda_0).$$

L'équation (1) devient ainsi

$$(2) \quad \frac{1}{\lambda' - \lambda''} \int_{\lambda'}^{\lambda''} E d\lambda = \left[2\pi\mu \left(\frac{r \cdot c}{V} \right)^2 \right] \left(\frac{\lambda' + \lambda''}{2} - \lambda_0 \right).$$

Le premier membre de l'équation, étant l'énergie totale entre les limites λ' et λ'' divisée par $(\lambda' - \lambda'')$, représente évidemment l'intensité d'un élément de la raie limitée par les longueurs d'onde λ' et λ'' . Le second membre se compose d'un facteur constant multiplié par la distance séparant l'élément considéré de la position normale de la raie d'hydrogène. Par conséquent, l'intensité d'un élément quelconque de la raie sera proportionnelle à sa distance au centre de la raie. En d'autres termes, les raies brillantes se distinguent par deux maxima situés aux bords de la raie; au centre, l'intensité sera nulle, de sorte que les raies brillantes paraissent divisées par une faible absorption centrale.

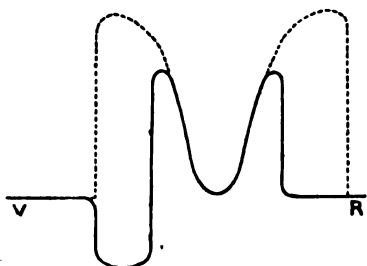
On constate aisément que ce minimum (au centre de la raie) n'est pas particulier à la loi de Lambert, et qu'on l'obtiendrait pour toute loi jouissant de la propriété que la radiation émise s'annule pour l'angle d'émanation $\frac{\pi}{2}$. A titre d'exemple, j'ai exposé le calcul en me basant sur la loi de Lambert, parce que cette loi conduit à une expression finie. En réalité, la loi exponentielle de M. von Lommel serait sans doute préférable à cause de la transparence de la couche d'hydrogène (1). On sait que la loi de

(1) La loi de von Lommel conduit, cependant, à l'intégrale logarithmique de Bessel ou à un développement en série peu propre à la discussion théorique.

von Lommel indique des intensités plus fortes pour les valeurs moyennes de l'angle d'émanation que celle de Lambert, et l'on obtiendrait ainsi la courbe d'intensité représentée par la ligne pointillée (*fig. 2*).

La courbe pleine de la figure 2 représente la courbe réelle de

Fig. 2.



l'intensité. On a vu, en effet, plus haut que le bord violet de la raie manque à cause de l'absorption; le bord rouge, au contraire, manque parce que la masse compacte du noyau occulte la zone B.

D'après la théorie de Kelvin le déplacement des raies noires vers le violet devait augmenter de $\frac{1}{2} V$ à V . Les mesures spectrographiques indiquent pour la Nouvelle de Persée (1901) le 23 février une vitesse de 717 km : sec.; le 15 mars, immédiatement avant la disparition des raies noires, le déplacement correspondait à une vitesse de 1490 km : sec. Ce dédoublement de la vitesse radiale des raies noires forme incontestablement un argument très important en faveur de la théorie de Kelvin.

D'après la théorie, le spectre des étoiles nouvelles sera, au début, un spectre d'absorption qui se transforme ensuite en un véritable spectre gazeux dominé par les raies brillantes de l'hydrogène. D'après (I) donnons une description sommaire des deux spectres extrêmes :

a. Spectre original. — Spectre continu sans raies brillantes; raies d'absorption très larges déplacées vers le violet.

b. Spectre final. — Spectre gazeux caractérisé par d'énormes raies brillantes à deux maxima; raies noires très fines dont le

déplacement vers le violet est double de ceux des raies noires du spectre du début de l'étoile.

Si l'on compare cette caractéristique aux descriptions de MM. Hartmann et Vogel du spectre de la Nouvelle de Persée, on verra que l'accord est aussi grand que l'on puisse désirer ⁽¹⁾. La description théorique semble presque calquée sur les résultats des observations. La phase (α) n'a été observée jusqu'ici que dans le spectre de la Nouvelle de Persée, la seule que l'on ait réussi à étudier avant le plus grand éclat. La phase (b), au contraire, a été observée dans le spectre de toutes les étoiles nouvelles parues dans ces dernières années. C'est le spectre (b) que l'on appelle *le spectre typique des étoiles nouvelles*.

Le spectre que nous venons d'étudier appartient à l'enveloppe gazeuse de l'étoile. Parmi les raies de ce spectre on rencontre un second réseau de raies noires sans déplacement sensible : c'est *le spectre du noyau*. Sur les épreuves du spectre de la Nouvelle de Persée, ce spectre était représenté notamment par les raies H et K du calcium, tandis que le spectre de l'enveloppe se composait des raies des gaz à faible poids atomique, tels que l'hydrogène, l'hélium, le silicium, le magnésium ⁽²⁾. Il est clair que le spectre du noyau ne participe à la variation à laquelle est soumise le spectre de l'enveloppe (par suite de la raréfaction, du refroidissement et des décharges électriques accompagnant les éruptions secondaires). Le spectre des gaz expulsés peut changer complètement de nature sans que les raies du spectre du noyau subissent la moindre altération.

On voit d'ailleurs que l'on est justifié à abandonner l'idée d'une collision sans que les développements précédents perdent leur validité. Toutes les variations théoriques dépendent de l'expansion d'une couche gazeuse, et la cause déterminante peut rester tout à fait indéterminée. Si, avec M. Lohse, on invoque l'explosion d'origine chimique, on obtiendrait évidemment les mêmes effets. Toutes les couches gazeuses situées au delà du niveau de la couche explosible seront, au moment de la catastrophe, jetées

⁽¹⁾ *Astr. Nachr.*, n° 3693, 3701.

⁽²⁾ M. Lockyer croit même avoir constaté la raie principale du spectre linéaire du charbon.

en haut, et les variations du spectre seront absolument parallèles à celles de la théorie de Kelvin. Les théories chimiques, sur lesquelles j'ai l'intention de revenir plus tard, présentent l'avantage que la quantité d'énergie dégagée est très faible, ce qui explique la courte durée de l'activité des étoiles nouvelles.

LA VARIABLE ζ GÉMEAUX;

PAR M. H.-E. LAU.

La variabilité de ζ Gémeaux a été découverte, en 1847, par Schmidt. La courbe de lumière est du type Céphée. D'après les mesures spectrographiques, faites à Pulkowa et Lick, ζ Gémeaux forme un système binaire serré, dont voici les éléments principaux : $a \sin i = 1797800^{\text{km}}$, $e = 0,22$, $U = 101,154$. D'après M. Wirtz, l'intensité relative des diverses parties du spectre est soumise à une variation parallèle aux fluctuations d'éclat : Dans la région ultraviolette, l'amplitude est de 1^{m} , dans la région visuelle de $0^{\text{m}},47$ seulement. Ces faits nous invitent à attribuer les fluctuations d'éclat aux marées elliptiques d'un satellite obscur. Cependant, le système est peut-être plus compliqué; M. Campbell a cru reconnaître dans les variations de la vitesse une sous-période égale à un tiers de la période principale, tandis que Schmidt prétend avoir constaté des minima doubles. Pour ces motifs, j'ai suivi ζ Gémeaux de 1903 à 1906.

Les étoiles de repère ont été :

δ Gémeaux	3,51
α Gémeaux	3,68
ϵ Gémeaux.....	3,89
ν Gémeaux	4,06

Quant à λ Gémeaux, je l'ai trouvé variable. Toutes les comparaisons se rapportant à cette étoile ont été exclues de la discussion suivante. Les grandeurs des étoiles de repère sont extraites des catalogues de Harvard; les corrections que j'ai déduites d'une compensation de mes propres observations sont absolument négligeables. Voici les résultats des observations :

Observations de ζ Gémeaux.

Date.	m.	Comp.	Date.	m.	Comp.
1903. FÉVR. 13,76...	3,96	4	1905. JANV. 29,93...	3,92	4
15,76...	3,87	10	31,81...	3,93	4
16,80...	3,75	6	FÉVR. 3,90...	3,92	4
19,82...	4,05	20	7,79...	3,62	6
22,79...	4,34	4	8,90...	3,95	6
23,90...	4,14	6	17,77...	3,51	4
24,91...	3,98	6	20,79...	3,97	4
25,80...	3,89	13	23,81...	3,78	4
27,80...	3,69	15	26,86...	3,91	2
28,79...	3,83	25	MARS 2,86...	3,86	4
MARS 1,84...	3,90	16	4,86...	4,20	3
2,78...	4,01	49	21,80...	3,72	4
4,79...	4,17	13	AVRIL 1,80...	3,96	4
1904. JANV. 17,91...	3,82	5	3,80...	4,00	4
18,92...	3,70	2	6,83...	3,99	4
20,87...	3,94	5	Nov. 22,99...	3,92	1
23,83...	4,19	7	29,93...	3,94	2
FÉVR. 12,73...	4,06	1	DÉC. 18,95...	3,76	4
16,76...	3,77	2	30,90...	3,94	2
19,88...	3,89	10	1906. JANV. 3,02...	4,13	2
21,84...	3,98	3	15,92...	3,76	4
22,80...	4,26	5	19,79...	3,65	3
MARS 7,79...	3,65	7	20,82...	3,78	2
12,90...	4,01	2	20,92...	3,85	2
15,78...	3,99	3	22,95...	3,76	6
16,88...	3,93	3	26,91...	3,88	6
19,84...	3,89	4	30,98...	3,82	2
OCT. 8,11...	3,79	2	31,75...	3,82	4
9,00...	3,58	7	FÉVR. 12,82...	4,20	3
10,04...	3,66	2	23,79...	3,96	3
Nov. 4,96...	4,06	3	28,79...	3,75	4
DÉC. 8,98...	3,89	6	MARS 1,79...	3,75	4
9,92...	3,78	5	2,82...	3,78	4
31,90...	3,92	4	10,81...	3,75	4
1905. JANV. 1,87...	3,99	2	12,83...	3,87	4
13,98...	3,92	2	13,81...	3,97	8
14,98...	3,83	4	19,83...	3,73	4
22,67...	4,24	3	20,80...	3,51	2
26,79...	3,84	6	23,79...	3,86	4
28,87...	3,53	4	27,76...	4,03	2

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

305

	Date.	m.	Comp.		Date.	m.	Comp.
906.	MARS 29,81...	3,86	4	1906.	AVRIL 10,81...	3,73	6
	30,83...	3,87	4		12,81...	3,79	2
	AVRIL 1,79...	3,63	4		24,83...	4,04	7
	6,83...	3,88	3				

En prenant pour origine les minima de l'éphéméride de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, j'ai obtenu les valeurs normales que voici :

Phase.	Grandeur.	Nulls.	Écart.	Phase.	Grandeur.	Nulls.	Écart.
j	^m		^m	j	^m		^m
0,18	3,96	2	-0,02	5,62	3,75	3	-0,08
0,65	3,92	3	-0,03	5,90	3,83	3	-0,03
0,84	3,97	3	+0,04	6,02	3,95	3	+0,08
1,16	3,89	3	-0,01	6,24	3,87	3	-0,02
1,89	3,88	3	+0,06	6,71	3,84	3	-0,09
2,29	3,75	3	-0,02	6,90	3,92	4	-0,02
2,94	3,78	3	+0,04	7,11	3,97	1	+0,01
3,29	3,79	3	+0,06	7,27	3,97	2	-0,01
3,91	3,65	4	-0,07	7,77	3,96	3	-0,05
4,10	3,74	4	+0,01	8,18	4,00	3	-0,04
4,24	3,69	4	-0,04	8,49	4,14	3	+0,04
4,62	3,73	1	-0,02	8,57	4,13	2	+0,01
4,84	3,81	3	+0,04	8,85	4,18	2	-0,00
5,19	3,80	3	-0,00	9,28	4,10	4	+0,00
5,30	3,87	3	+0,06	10,07	3,96	3	-0,05

L'examen des écarts ne révèle aucune trace de la période secondaire de M. Campbell; mais, en revanche, la courbe de lumière offre une curieuse anomalie : D'après l'allure de la branche descendante, l'éclat minimum serait de 4^m,03; cependant, 12 heures avant le minimum, l'éclat tombe brusquement à 4,18 pour s'élever ensuite. Cette discontinuité rappelle celle de δ Céphée; seulement l'inflexion se trouve au minimum de la courbe principale.

D'après la courbe de lumière, ζ Gémeaux varie de 3^m,72 à 4^m,18. Ces chiffres représentent la variation de l'éclat réuni de ζ et de son compagnon de 8^m,0 à 350ⁿ,87 et 95'',32. Pour la variation réelle de ζ Gémeaux, on trouverait

$$M = 3^m,74, \quad m = 4^m,21.$$

La correction de l'éphéméride de l'*Annuaire* est de : 1^j,30.

Dans la classification de M^{lle} Maury, le spectre de ζ Gémeaux

est du groupe XIV, division *ac*, de sorte que cette étoile (ainsi que toutes les variables du type Céphée) appartient à la *série collatérale* à raies étroites. D'après Lockyer, ces étoiles forment une partie de la branche *ascendante* de la courbe de température, et le développement de ζ Gémeaux serait ainsi *moins* avancé que celui des étoiles du type Orion. L'étude des variables du type Céphée pourrait répandre quelque lumière sur la question encore si obscure des *séries collatérales*. La forme des inflexions secondaires, dues aux éclipses, détermine, en effet, les dimensions relatives et, par là, la densité du système. En rapprochant les résultats de ceux qu'on obtient pour le type Algol, on aura un criterium déterminant l'âge relatif de ces deux types. Inutile de souligner que les matériaux dont je dispose pour ζ Gémeaux sont insuffisants pour une recherche aussi délicate.

Les déplacements constatés dans les positions relatives de ζ Gémeaux et son voisin, compagnon, à $95''$, sont dus au mouvement propre de la petite étoile. Comme toutes les étoiles de la série collatérale, ζ Gémeaux se distingue par l'extrême petitesse de son mouvement propre (1).

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTE,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens de $0^m,26$ d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. de c.	Rapp.	log f. p.	$P_{app.}$	log f. p.
♄ 1906 (Kopff).								
1906.	h m s	m s	h m s	h m s	h m s			
MARS 5.	8.47.48	-0.24,92	-13.48,6	5.5	11.35.11,13	-1,572	88.17.54,6	-0,778
12.	8.21.58	+2.13,50	+8.23,9	5.5	11.32.10,06	-1,577	88.7.33,0	-0,777
13.	8.1.0	+3.30,58	-5.37,5	5.5	11.31.44,70	-1,585	88.6.10,0	-0,779
14.	8.26.2	+3.4,06	-7.11,8	5.5	11.31.18,18	-1,541	88.4.35,7	-0,776
15.	8.11.42	+2.38,41	-8.37,4	5.5	11.30.52,54	-1,564	88.3.10,2	-0,777
16.	8.7.49	+2.12,52	-10.11,4	5.5	11.30.26,65	-1,562	88.1.36,3	-0,777
17.	9.46.45	+1.45,33	-11.48,8	5.5	11.29.59,46	-1,354	87.59.58,9	-0,771

(1) Voir la Note importante de M. Hertzsprung dans *Zeitschrift für wiss. Photographie*, vol. III, 1905, p. 429-442.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

307

les. T. m. Maracilla. $\Delta R.$ $\Delta P.$ N. dec. R app. log f. p. P app. log f. p. ★

◀ b 1906 (Kopff).

sec.	h m s			m s			h m s				
MS 19.	10.41.9	+	0.53,36	-	14.53,5	5.5	11.29.7,50	-	1,064	87.56.54,3	-0,769 8
20.	9.50.9	+	0.28,97	-	16.18,6	5.5	11.28.43,11	-	1,298	87.55.29,2	-0,770 9
24.	9.47.25	-	2.50,24	-	9.25,8	5.5	11.27.6,35	-	1,239	87.49.43,7	-0,769 10
26.	9.3.39	-	3.35,62	-	12.6,6	5.5	11.26.20,97	-	1,366	87.47.2,9	-0,770 11
29.	9.3.17	-	4.41,41	-	5.52,0	5.5	11.25.15,18	-	1,326	87.43.17,5	-0,769 12
30.	8.44.19	+	1.3,48	+	5.18,4	5.5	11.24.55,69	-	1,377	87.42.3,5	-0,769 13
31.	8.9.58	+	0.43,78	+	4.16,0	5.5	11.24.35,99	-	1,450	87.41.1,1	-0,773 14
MS 2.	8.17.52	+	0.4,53	+	2.9,5	5.5	11.23.56,73	-	1,411	87.38.54,6	-0,770 15
3.	9.36.34	-	0.14,85	+	1.3,6	5.5	11.23.37,35	-	1,064	87.37.48,7	-0,766 16
4.	8.39.21	-	0.31,77	+	0.6,5	5.5	11.23.20,42	-	1,321	87.36.51,5	-0,768 17

○ TZ, 1906, Kopff.

MS 31.	9.29.32	-	0.44,58	+	2.54,7	5.5	13.54.18,34	-	1,575	101.22.33,4	-0,824 18
MS 2.	10.22.5	-	2.20,54	+	4.18,4	5.5	13.52.42,40	-	1,475	101.23.57,2	-0,841 19
3.	10.9.23	-	3.9,30	+	4.53,4	5.5	13.51.53,65	-	1,491	101.24.32,2	-0,839 20
4.	10.2.1	-	3.58,89	+	5.24,3	5.5	13.51.4,06	-	1,496	101.25.3,2	-0,839 21

⑪① Lydie.

MS 20.	8.32.2	+	2.12,43	-	4.43,3	5.5	11.32.53,02	-	1,598	78.12.50,5	-0,706 22
24.	8.42.35	+	2.19,75	+	7.51,9	5.5	11.29.32,13	-	1,459	77.57.39,5	-0,693 23
26.	8.14.26	+	0.42,75	+	1.9,8	5.5	11.27.55,13	-	1,498	77.50.57,3	-0,699 24
29.	8.34.22	-	1.40,05	-	7.58,3	5.5	11.25.32,33	-	1,422	77.41.49,0	-0,686 25
30.	9.27.31	-	2.27,76	-	10.49,8	5.5	11.24.44,62	-	1,222	77.38.57,5	-0,669 26
31.	8.51.55	-	3.11,33	-	13.20,9	5.5	11.24.1,04	-	1,343	77.36.26,3	-0,675 27
MS 2.	8.47.19	-	0.36,35	+	1.2,0	5.5	11.22.34,08	-	1,331	77.31.41,2	-0,675 28
3.	8.39.47	-	1.18,36	-	1.4,7	5.5	11.21.52,06	-	1,338	77.29.34,4	-0,675 29

⑪④ Berthe.

MS 17.	8.9.6	-	0.18,12	-	1.16,8	5.5	10.33.13,94	-	1,562	52.13.20,0	-0,263 30
19.	7.47.36	-	2.0,30	+	6.18,3	5.5	10.31.31,75	-	1,586	52.20.54,8	-0,300 31
20.	9.2.37	-	2.52,34	+	10.40,4	5.5	10.30.39,71	-	1,358	52.25.16,7	-0,086 32

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1906,0.	Réd. au j.	P moy 1906,0.	Réd. au j.	Autorités.
	^h ^m ^s	^s			
8	11.35.35,00	+1,05	88.31.35,3	+ 7,9	$\frac{1}{2}$ (7055 Munich + 14250 Paris).
9	11.29.55,39	+1,17	87.59. 0,7	+ 8,4	$\left\{ \begin{array}{l} 2449 \text{ B. D.} + 2^{\circ}, \text{ comparée à} \\ 14107 \text{ Paris.} \end{array} \right.$

★	Gr.	R moy. 1906,0.	Réd. au J.	Q moy. 1906,0.	Réd. au J.	Autorités.
3.	8,9	11.28.12,95 ^{h m s}	+1,17 ^s	88.11.39,0	+ 8,5	$\frac{1}{2}$ (14107 Paris + 438 W ₁)
4.	»	»	+1,17	»	+ 8,5	Id.
5.	»	»	+1,18	»	+ 8,6	Id.
6.	»	»	+1,18	»	+ 8,7	Id.
7.	»	»	+1,18	»	+ 8,7	Id.
8.	»	»	+1,19	»	+ 8,8	Id.
9.	»	»	+1,19	»	+ 8,8	Id.
10.	9	11.29.55,39	+1,20	87.59. 0,7	+ 8,8	$\left\{ \begin{array}{l} 2449 \text{ B. D} + 2^{\circ}, \text{ compa} \\ 14107 \text{ Paris.} \end{array} \right.$
11.	»	»	+1,20	»	+ 8,8	Id.
12.	»	»	+1,20	»	+ 8,8	Id.
13.	9	11.23.51,02	+1,19	87.36.36,2	+ 8,9	6801 Munich.
14.	»	»	+1,19	»	+ 8,9	Id.
15.	»	»	+1,18	»	+ 8,9	Id.
16.	»	»	+1,18	»	+ 8,9	Id.
17.	»	»	+1,17	»	+ 8,8	Id.
18.	8,9	13.55. 1,60	+1,32	101.19.34,9	+ 3,8	17151 Paris.
19.	»	»	+1,34	»	+ 3,9	Id.
20.	»	»	+1,35	»	+ 3,9	Id.
21.	»	»	+1,35	»	+ 4,0	Id.
22.	6,7	11.30.39,44	+1,15	78.17.25,7	+ 8,1	$\frac{1}{2}$ (14157 Paris + 481 W ₁)
23.	9	11.27.11,23	+1,15	77.49.39,6	+ 8,0	415 W ₁ XI.
24.	»	»	+1,15	»	+ 7,9	Id.
25.	»	»	+1,15	»	+ 7,7	Id.
26.	»	»	+1,15	»	+ 7,7	Id.
27.	»	»	+1,14	»	+ 7,6	Id.
28.	6,7	11.23. 9,30	+1,13	77.30.31,7	+ 7,5	$\frac{1}{2}$ (14010 Paris + 4877 Yal)
29.	»	»	+1,12	»	+ 7,4	Id.
30.	8	10.33.30,92	+1,14	52.14.31,8	+ 5,0	13032 Paris.
31.	»	»	+1,13	»	+ 4,7	Id.
32.	»	»	+1,13	»	+ 4,5	Id.

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (308) POLYXO;

PAR M. LOUIS FABRY.

Les éléments ont été tirés du *Berliner Jahrbuch* pour 1908.

LIEUX MOYENS 1906,0 (minuit de Paris).

Dates. 1906.	M. h m s	(Q).	log Δ.	log r.
JUILL. 16.....	22.30.30	— 5. 1,1	0,2624	0,4242
18.....	30. 0	4,1	0,2584	0,4243
20.....	29.24	7,8	0,2545	0,4244
22.....	28.43	12,2	0,2508	0,4244
24.....	27.56	17,2	0,2472	0,4245
26.....	27. 4	22,9	0,2438	0,4246
28.....	26. 7	29,1	0,2405	0,4246
30.....	25. 5	36,1	0,2374	0,4247
AOUT 1.....	23.58	43,6	0,2345	0,4248
3.....	22.47	— 5.51,7	0,2318	0,4249
5.....	21.32	— 6. 0,4	0,2294	0,4250
7.....	20.13	9,5	0,2272	0,4250
9.....	18.52	19,2	0,2252	0,4251
11.....	17.26	29,3	0,2235	0,4252
13.....	15.58	39,8	0,2221	0,4253
15.....	14.28	— 6.50,7	0,2209	0,4254
17.....	12.55	— 7. 1,9	0,2200	0,4254
19.....	11.21	13,4	0,2194	0,4255
21.....	9.45	25,1	0,2190	0,4256
23.....	8.10	37,0	0,2189	0,4257
25.....	6.34	— 7.49,0	0,2191	0,4258
27.....	4.59	— 8. 1,2	0,2196	0,4258
29.....	3.25	13,3	0,2204	0,4259
31.....	1.52	25,4	0,2215	0,4260
SEPT. 2.....	22. 0.22	37,4	0,2228	0,4261
4.....	21.58.53	— 8.49,3	0,2244	0,4262
6.....	57.27	— 9. 1,0	0,2263	0,4263
8.....	56. 4	12,5	0,2284	0,4264
10.....	54.45	23,8	0,2308	0,4265
12.....	53.30	34,7	0,2334	0,4265
14.....	52.18	45,4	0,2363	0,4266
16.....	51.11	— 9.55,7	0,2394	0,4267
18.....	50. 8	—10. 5,6	0,2427	0,4268
20.....	49.11	15,1	0,2462	0,4269
22.....	48.19	24,0	0,2499	0,4270
24.....	22.47.32	—10.32,4	0,2538	0,4271

GRANDEUR DE LA PLANÈTE A L'OPPOSITION : 10,8.

A une correction de $+1^m$ en $\mathcal{R}$ correspond une correction de $+4',5$ en $\odot$.

A l'opposition de 1905, la correction de l'éphéméride calculée avec les mêmes éléments était -18^s en $\mathcal{R}$, d'après une observation approchée faite à Heidelberg. D'où l'on peut conclure que probablement la correction de l'éphéméride ci-dessus ne dépassera pas un petit nombre de secondes.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE b 1906 ET DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens, de $0^m,26$ d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta \mathcal{R}$.	$\Delta \mathcal{P}$.	N. de c.	$\mathcal{R}$ app.	log f. p.	$\mathcal{P}$ app.	log f. p.
b 1906 Kopff.								
1906.	h m s	m s			h m s			
AVRIL 12.	10.26.17	$+1.25,32$	$+8.14,3$	5.5	11.21.22,10	$\bar{2},668$	87.31.38,0	0,765 n
13.	8.15.50	$+1.14,98$	$+7.52,1$	5.5	11.21.11,75	$\bar{1},269 n$	87.31.15,8	0,767 n
14.	8.40.37	$+1.4,05$	$+7.34,2$	5.5	11.21.0,82	$\bar{1},129 n$	87.30.57,9	0,766 n
19.	8.32.9	$+0.23,43$	$+7.5,4$	5.5	11.20.20,16	$\bar{1},053 n$	87.30.28,9	0,765 n
20.	8.20.32	$+0.17,93$	$+7.18,8$	5.5	11.20.14,65	$\bar{1},103 n$	87.30.42,3	0,766 n
21.	9.1.23	$+0.13,21$	$+7.26,8$	5.5	11.20.9,92	$\bar{2},640 n$	87.30.50,2	0,765 n
23.	8.4.56	$+0.6,58$	$+8.10,9$	5.5	11.20.3,28	$\bar{1},125 n$	87.31.34,3	0,766 n
24.	8.10.4	$+0.4,29$	$+8.38,0$	5.5	11.20.0,98	$\bar{1},067 n$	87.32.1,3	0,766 n
25.	8.52.29	$+0.3,09$	$+9.14,1$	5.5	11.19.59,77	$\bar{2},474 n$	87.32.37,4	0,765 n
27.	8.17.1	$+0.3,02$	$+10.23,9$	5.5	11.19.59,69	$\bar{2},913 n$	87.33.47,1	0,765 n
28.	8.22.26	$+0.4,63$	$+11.10,0$	5.5	11.20.1,29	$\bar{2},809 n$	87.34.33,2	0,766 n

(65) Cybèle.

AVRIL 23.	10.34.34	$+0.40,38$	$+4.31,9$	5.5	15.6.45,55	$\bar{1},429 n$	102.46.27,8	0,851 n
24.	10.10.40	$+0.2,13$	$+0.55,5$	5.5	15.6.7,31	$\bar{1},473 n$	102.42.51,4	0,847 n
27.	10.35.22	$-1.59,82$	$-10.12,9$	5.5	15.4.5,40	$\bar{1},375 n$	102.31.43,0	0,855 n
28.	10.41.28	$-2.41,36$	$-13.58,2$	5.5	15.3.23,87	$\bar{1},341 n$	102.27.57,7	0,856 n

(110) Lydie.

AVRIL 11.	8.41.17	$+4.0,84$	$+13.2,7$	5.5	11.16.50,67	$\bar{1},121 n$	77.18.20,4	0,661 n
12.	8.22.12	$+3.29,13$	$+12.24,7$	5.5	11.16.18,96	$\bar{1},248 n$	77.17.42,4	0,666 n
13.	9.13.26	$+2.56,61$	$+11.52,7$	5.5	11.15.46,43	$\bar{2},864 n$	77.17.10,3	0,657 n
14.	9.1.33	$+2.26,91$	$+11.35,0$	5.5	11.15.16,72	$\bar{2},942 n$	77.16.52,5	0,658 n

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

311

lats. T. m. Marseille. $\Delta R.$ $\Delta \varphi.$ N. dec. R app. log f. p. φ app. log f. p. *

(110) Lydie.

1906.	h	m	s	m	s	h	m	s		h	m	s				
MIL 19.	8.52.51		+0.15,35		+12.14,9	5.5	11.13.	5,12		2,794	n	77.17.32,0		0,657	n	20
21.	9.48.5		-0.29,19		+13.41,7	5.5	11.12.20,56			2,787		77.18.58,6		0,657	n	21
23.	8.36.10		-1.6,03		+15.43,1	5.5	11.11.43,70			2,782	n	77.20.59,9		0,657	n	22
24.	8.36.12		-1.23,16		+17.1,9	5.5	11.11.26,56			2,726	n	77.22.18,6		0,657	n	23
25.	9.22.19		-1.39,25		+18.25,6	5.5	11.11.10,46			2,649		77.23.42,2		0,657	n	24
27.	8.47.13		-1.11,39		-11.55,9	5.5	11.10.42,56			3,891	n	77.26.46,9		0,658	n	25
28.	8.49.27		-1.23,14		-10.1,6	5.5	11.10.30,79			4,01		77.28.41,1		0,657	n	26

(116) Lucine.

MIL 19.	11.14.12		+1.44,30		-5.17,2	5.5	14.30.52,53			1,213	n	86.55.27,3		0,761	n	27
20.	10.27.3		+0.52,97		-7.12,4	5.5	14.30.1,21			1,383	n	86.53.32,0		0,763	n	28
21.	10.34.32		-0.1,54		-9.16,5	5.5	14.29.6,71			1,333	n	86.51.27,9		0,762	n	29
23.	9.51.46		-1.48,67		-12.17,3	5.5	14.27.19,60			1,427	n	86.48.27,0		0,764	n	30
24.	9.43.43		-2.43,53		-13.43,4	5.5	14.26.24,75			1,435	n	86.47.0,8		0,764	n	31
28.	10.13.38		-1.6,51		-4.20,9	5.5	14.22.42,66			1,286	n	86.43.15,5		0,761	n	32

Planète TZ.

MIL 11.	9.56.11		-1.22,27		+8.32,2	5.5	13.44.58,00			1,436	n	101.27.26,0		0,845	n	33
13.	9.49.36		-3.11,28		+8.48,5	5.5	13.43.9,00			1,429	n	101.27.42,3		0,846	n	34
14.	9.36.31		-4.5,26		+9.1,6	5.5	13.42.15,04			1,449	n	101.27.55,4		0,844	n	35
19.	9.38.55		-1.9,11		+1.56,9	5.5	13.37.38,46			1,379	n	101.28.8,3		0,849	n	36
23.	9.8.16		-4.48,60		+1.53,6	5.5	13.33.58,98			1,410	n	101.28.5,1		0,848	n	37
24.	9.9.25		-5.43,45		+1.52,0	5.5	13.33.4,14			1,394	n	101.28.3,5		0,849	n	38
27.	9.36.27		-3.58,90		-8.51,1	5.5	13.30.20,77			1,248	n	101.27.57,0		0,856	n	39
28.	9.15.6		-4.51,37		-8.49,2	5.5	13.29.28,30			1,314	n	101.27.58,9		0,853	n	40

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1906,0.	Réd. au j.	φ moy. 1906,0.	Réd. au j.	Autorités.
8	11.19.55,66	+1,12	87.23.15,0	+8,7	6702 Munich.
"	"	+1,11	"	+8,7	Id.
"	"	+1,11	"	+8,7	Id.
"	"	+1,07	"	+8,5	Id.
"	"	+1,06	"	+8,5	Id.
"	"	+1,05	"	+8,4	Id.
"	"	+1,04	"	+8,4	Id.
"	"	+1,03	"	+8,3	Id.
"	"	+1,02	"	+8,3	Id.
"	"	+1,01	"	+8,2	Id.
"	"	+1,00	"	+8,2	Id.

312 REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

N°	Gr.	A moy. 1906,0.	Réd. au j.	P moy. 1906,0.	Réd. au j.	Autorités.
12.	7,8	15. 6. 3,64	+1,53	102.41.54,1	+ 1,8	18771 Paris.
13.	»	»	+1,54	»	+ 1,8	Id.
14.	»	»	+1,58	»	+ 1,8	Id.
15.	»	»	+1,59	»	+ 1,8	Id.
16.	8	11.12.48,77	+1,06	77. 5.10,9	+ 6,8	161 W ₁ 11 h.
17.	»	»	+1,06	»	+ 6,8	Id.
18.	»	»	+1,05	»	+ 6,7	Id.
19.	»	»	+1,04	»	+ 6,6	Id.
20.	»	»	+1,00	»	+ 6,2	Id.
21.	»	»	+0,98	»	+ 6,0	Id.
22.	»	»	+0,96	»	+ 5,9	Id.
23.	»	»	+0,95	»	+ 5,8	Id.
24.	»	»	+0,94	»	+ 5,7	Id.
25.	9	11.11.53,03	+0,92	77.38.37,1	+ 5,7	138 W ₁ 11 h.
26.	»	»	+0,90	»	+ 5,6	Id.
27.	8,9	14.29. 6,85	+1,38	87. 0.40,5	+ 4,0	2903 BD comp. à 4438 Lam
28.	»	»	+1,39	»	+ 3,9	Id.
29.	»	»	+1,40	»	+ 3,9	Id.
30.	»	»	+1,42	»	+ 3,8	Id.
31.	»	»	+1,43	»	+ 3,7	Id.
32.	7	14.23.47,72	+1,45	86.47.32,9	+ 3,5	17773 Paris.
33.	8	13.46.18,82	+1,45	101.18.49,0	+ 4,8	9565 Munich ₁ .
34.	»	»	+1,46	»	+ 4,8	Id.
35.	»	»	+1,48	»	+ 4,8	Id.
36.	9	13.38.46,06	+1,51	101.26. 5,9	+ 5,5	617 W ₁ 13 h.
37.	»	»	+1,52	»	+ 5,6	Id.
38.	»	»	+1,53	»	+ 5,6	Id.
39.	8	13.34.18,13	+1,54	101.36.42,2	+ 5,9	541 W ₁ 13 h.
40.	»	»	+1,54	»	+ 5,9	Id.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

VERÖFFENTLICHUNG DES K. PREUSSISCHEN GEODATISCHEN INSTITUTS, NEUE FOLGE, N° 20. — Die Polhöhe von Potsdam, III Heft, Berlin, 1905.

Ce Mémoire, venant à la suite de deux autres sur le même sujet, résume les études de six années consécutives (1894-1899) sur la latitude de Potsdam. Les observations sont dues au Prof. O. Hecker et au Prof. M. Schnauder; ce dernier a eu la part principale dans les calculs et la

discussion. La vis micrométrique de l'instrument a été soumise à une nouvelle étude, bien que son erreur, tant périodique que courante, se trouve à peu près éliminée par le choix des groupes d'étoiles. La valeur d'une partie du niveau a été trouvée indépendante de la température, à la suite d'expériences exécutées entre $+15^{\circ},0$ et $-14^{\circ},6$ centigrades. La flexion latérale et la collimation du télescope ne sont pas insensibles mais se compensent à fort peu près aux petites distances zénithales.

Pour le calcul de la déclinaison moyenne apparente des couples d'étoiles on s'est servi de la constante de l'aberration de Newcomb, $20'',501$. On mettrait les observations encore mieux d'accord avec une constante plus forte de $0'',03$, mais il se peut que cette circonstance doive s'interpréter comme le signe d'une anomalie de période annuelle dans la réfraction.

Les séries se partagent à peu près également entre la méthode de Horrebow et celle de Sterneek, sans qu'il soit encore établi si la seconde constitue un progrès sur l'autre. On sait que les observations de Potsdam sont, par leur nombre et leur précision, au premier rang de celles qui ont permis d'étudier, dans ces dernières années, l'oscillation des pôles terrestres. La latitude conclue pour 1897,0 et pour la grande coupole de l'Observatoire est

$$\varphi_0 = 52^{\circ}22'55'',94 \pm 0'',02.$$

P. P.

JAHRESBERICHT DES DIREKTORS DES K. GEODÄTISCHEN INSTITUTS FÜR DIE ZEIT, von April 1904 bis April 1905. — Potsdam, 1905.

La valeur des renseignements contenus dans ce rapport se trouve encore accrue par le fait d'une prompte publication. Nous y relevons en particulier :

L'état du personnel qui comprend, avec le Dr Helmert, directeur, cinq chefs de section, six collaborateurs permanents et plusieurs auxiliaires scientifiques;

Le détail des dépenses, qui se sont élevées au total à 36 164 M;

L'énumération des instruments nouveaux acquis ou construits.

La collection historique s'est accrue par le don, dû au Dr de Sterneek, du premier des appareils pendulaires établis par lui.

Une détermination télégraphique de différence de longitude a été faite entre Borkum et Potsdam par MM. Albrecht et Wanach, dont les expériences permettent d'entrevoir comme fructueuse l'application de la télégraphie sans fil aux déterminations de longitude.

L'étude des variations de la pesanteur sur la mer a été poursuivie par le Dr Hecker, qui s'est transporté à cet effet en Australie et au Japon.

Diverses mesures de bases ont été entreprises avec l'appareil Brunner et des fils invar étudiés au Bureau International des poids et mesures. Quelques recherches nouvelles semblent nécessaires si l'on ne veut pas que l'emploi si expéditif de ces fils n'amène un déchet dans la précision.

Le Dr Kühner s'est attaché au nivellement hydrostatique de la région de Potsdam, en laissant provisoirement de côté le nivellement géométrique. Le Dr Helmert et M. Börsch travaillent à la réduction et à la publication des matériaux recueillis au sujet des anomalies de la verticale.

Le service international des latitudes poursuit ses opérations sous la conduite de M. Albrecht, avec une liste d'étoiles partiellement renouvelée pour avoir égard à la précession.

Suivent des rapports particuliers sur ces divers sujets, rapports présentés par les chefs de section, MM. Albrecht, Börsch, Krüger et Borrass.

P. P.

JULIUS BAUSCHINGER. — DIE BAHNBESTIMUNG DER HIMMELSKÖRPER, Leipzig, 1906, Engelmann.

M. Bauschinger reprend les théories si magistralement exposées par Oppolzer dans son *Lehrbuch* justement célèbre, avec de nombreux compléments nécessités par le mouvement de la Science depuis vingt ans. L'ouvrage comporte trente-sept Sections qui se groupent en sept Parties. Il contient sous une forme simple et claire tout ce que l'astronome doit avoir toujours présent à l'esprit, principalement celui qui s'occupe du calcul des orbites. L'auteur pousse le souci d'être complet jusqu'à reprendre les équations du mouvement d'un point en Dynamique et les propriétés des coniques en partant des sections planes du cône de révolution.

La première Partie, après des généralités sur la trigonométrie sphérique, les coordonnées astronomiques, les diverses évaluations du temps, donne les formules de la précession et de la nutation. En une quinzaine de pages l'auteur a réuni un résumé facile à lire de la théorie de la rotation de la Terre telle qu'on la trouve par exemple dans le *Traité de Tisserand*. Le point de départ est que, moyennant l'approximation admise dans le développement de la fonction des forces U , φ , ψ et θ étant les angles d'Euler, la dérivée $\frac{dU}{d\varphi}$ est nulle pour un ellipsoïde de révolution. D'où résulte que la composante de la rotation autour du petit axe d'inertie est constante dans le mouvement troublé. Ceci posé on intègre le premier groupe des équations d'Euler sans second membre et l'on

fait varier les constantes pour satisfaire aux équations entières. En portant les résultats dans le second groupe des équations on obtient sans peine les dérivées $\frac{d\theta}{dt}$ et $\frac{d\psi}{dt}$ qui définissent le mouvement de l'équateur,

Pour aller plus loin on fait une cote mal taillée entre la théorie et l'expérience. A l'aide de quelques considérations élégantes qui s'appuient sur ce que l'observation montre l'axe de rotation confondu pratiquement avec le petit axe de l'ellipsoïde, on se débarrasse des termes gênants pour l'intégration et l'on arrive aux formules connues :

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{C\omega \sin \theta} \frac{\partial U}{\partial \psi}, \quad \frac{d\psi}{dt} = - \frac{1}{C\omega \sin \theta} \frac{\partial U}{\partial \theta}.$$

Le Soleil et la Lune sont réduits à leurs centres. La sommation par rapport aux éléments de la masse terrestre s'est faite par l'introduction des moments d'inertie. Il reste à mettre dans les dérivées de la fonction des forces les coordonnées de la Lune et du Soleil et à voir les inégalités de leur mouvement qui influent ici. On garde finalement les variations séculaires de l'excentricité de l'orbite terrestre, de la longitude du nœud de la Lune et le déplacement de l'écliptique. On sait d'ailleurs que le coefficient de t dans la précession générale, appelé *constante de la précession* (improprement puisqu'il dépend des variations séculaires de l'excentricité terrestre), doit se déduire de l'observation. De même pour la constante de la nutation. Ce sont les valeurs de Newcomb qui sont données ici.

La première Partie s'achève par tous les détails nécessaires sur l'aberration et la parallaxe.

La deuxième Partie traite du mouvement héliocentrique. C'est l'exposé des lois de Képler avec leurs conséquences pour les trois courbes. Les procédés pratiques pour résoudre l'équation de Képler sont donnés en détail. Pour le rapport du secteur au triangle dans l'ellipse on trouve aussi les méthodes de Gauss, de Hansen et de Tietjen. Puis vient la question fondamentale du rapport des aires triangulaires en fonction du temps. On ne manquera pas de remarquer ici les formules de Gibbs qui tiennent un compte très simple des termes du quatrième degré dans ces rapports tandis que dans la méthode ordinaire on se borne au deuxième. Oppolzer avait fait une tentative analogue, mais sa méthode est bien lourde à manier. Les mêmes questions sont reprises pour la parabole, l'hyperbole et les orbites pseudoparaboliques, ellipses dont l'excentricité est voisine de 1, qui se rencontrent assez souvent chez les comètes. Cette Partie se termine par la détermination de l'orbite dans l'espace.

La troisième Partie traite du mouvement géocentrique. On y remarque un criterium pour décider si un lieu observé appartient à une orbite connue, intéressant quand on soupçonne le retour d'une comète à longue période. La Section suivante est consacrée au théorème de Lambert sur

la courbure des orbites apparentes. Il se trouve dans le célèbre Mémoire sur les comètes, les seuls astres dont on crût alors avoir à s'occuper, donné à l'Académie de Berlin en 1771. Callandreau y signale pour les méthodes modernes le vrai point de départ antérieur à Laplace et à Gauss. A ceci se rattache tout naturellement un Chapitre original sur l'orbite apparente d'une planète vue de la Terre avec ses points doubles et ses boucles. On indique ce que Gauss appelle le *zodiaque d'une orbite*.

La quatrième Partie applique les résultats précédemment obtenus au calcul d'une orbite par trois observations. Le sujet est très clairement et très complètement exposé. La première place est donnée à la méthode de Gauss avec résumé des formules et exemple numérique complet. Puis vient la méthode de Hansen aussi avec exemple numérique. Le lecteur voit ensuite défiler les idées originales de M. Fabritius, la méthode de Gibbs fondée sur les formules dont il a été question et les intéressantes recherches de M. E. Weiss.

W. Fabritius procède autrement que Gauss dans les approximations successives, Gibbs part d'expressions pour n_1 et n_2 qui sont exactes jusqu'au quatrième ordre, même jusqu'au cinquième si les intervalles de temps sont égaux; enfin E. Weiss modifie les équations fondamentales en les rendant symétriques. Ce n'est pas le lieu de développer ces différents procédés dont M. Bauschinger donne un exposé très clairement déduit. Si l'on s'en rapporte à l'opinion accréditée chez la plupart des astronomes, la vieille méthode telle que Tisserand la donnait sans raffinement dans ses *Leçons* publiées par M. Perchot est celle qu'il faut suivre quand on a surtout en vue le résultat. Mais, si l'ouvrier préfère un outil simple et robuste à un mécanisme compliqué dont le maniement exige trop d'attention, il n'en est pas moins vrai que l'étude de toutes ces modifications est un excellent exercice d'assouplissement pour le calculateur qui y trouve ici un très bon guide.

Avec la fin de cette Partie nous rentrons dans le grand chemin : comment on utilise des éléments déjà connus, la variation des distances géocentriques, les solutions multiples du problème des orbites elliptiques. Le Chapitre suivant expose la recherche si rarement pratiquée d'une orbite par quatre observations. Puis vient la méthode de Laplace. M. Poincaré a montré que celle de Gauss n'en diffère pas dans son principe et, comme nous l'avons vu avec Callandreau dans son *Aperçu*, c'est à Lambert qu'il faut faire honneur d'avoir ouvert la voie.

On examine ensuite le calcul des orbites paraboliques avec tous les détails nécessaires et celui des orbites pseudoparaboliques, ellipses ou hyperboles dont l'excentricité avoisine 1. Dans le calcul des orbites circulaires M. Bauschinger n'a pas manqué de signaler le cas d'impossibilité reconnu pratiquement par M. Schulhof et discuté par Tisserand.

Cette Partie se termine par un intéressant aperçu historique et critique sur les différentes méthodes suivies dans le calcul des orbites. A propos de l'Index bibliographique final, M. Harzer a protesté contre le rattachement aux idées de Laplace d'un de ses importants travaux sur les orbites (*Publicationen der Sternwarte Kiel*, n° XI).

Cinquième Partie : une première orbite obtenue par trois ou quatre observations sert à découvrir l'orbite qui s'ajuste le mieux à un nombre quelconque d'observations. Comme il est impossible de satisfaire en toute rigueur à un nombre quelconque de conditions, le calcul des probabilités intervient. Voici d'abord la méthode des moindres carrés telle qu'elle est fixée depuis longtemps. La correction des éléments elliptiques a donné lieu à de nombreux travaux. L'auteur expose deux groupes de formules avec exemples numériques. Nous rencontrons sur ces pages le nom de Schœnfeld et celui de M. Radau dont les belles études sur la théorie des orbites publiées dans ce *Bulletin* sont connues de tous.

Peut-être l'auteur n'a-t-il pas assez insisté sur la formation des lieux normaux. A la page 315 un exemple numérique est donné sans commentaire. A la page 443 où nous sommes arrivés il est question de *lieux normaux observés*. A ce passage le lecteur inexpérimenté peut à bon droit s'interloquer un peu. Nous retrouvons enfin la variation des distances géocentriques préférable à la variation des éléments quand le nombre d'observations est petit.

Dans la sixième Partie viennent les quadratures numériques et leur application aux perturbations spéciales des éléments, avec les cas particuliers qui peuvent faire difficulté, des coordonnées polaires et des coordonnées rectangulaires. Un Chapitre concerne les comètes qui peuvent être très voisines ou très éloignées du corps troublant. Le dernier Chapitre traite de l'orbite définitive.

Septième Partie : orbites des météores, des satellites et des étoiles doubles.

Tel est ce Livre. Sous une forme condensée, il est complet et remarquablement clair. Les idées fondamentales se détachent avec une grande netteté et, quand un problème a reçu plusieurs solutions, leur enchaînement se suit sans peine. Le calculateur trouve partout des exemples numériques pour le guider. Nous avons évidemment affaire à une œuvre très travaillée où l'auteur a eu le souci d'éviter à l'étudiant toute peine inutile.

Des Tables bien connues (*Tafeln zur theoretischen Astronomie*, bearbeitet von J. Bauschinger, Leipzig, 1901) se rattachent à cet Ouvrage et sont entre toutes les mains.

L.

VARIÉTÉS.

CLAVIUS ET L'ASTROLABE;

PAR M. JEAN MASCART.

[Suite (1)].

Michel Mæstlin (2), né en Wurtemberg en 1550, mort en 1631, particulièrement célèbre par ses recherches sur les comètes, les éclipses, la Lune et la lumière cendrée, fut un adversaire irrécconciliable de la réformation grégorienne; et il se rattache encore très particulièrement à cet exposé par deux points importants : d'une part il fut le maître de Képler, à Tubinge, par les mathématiques et l'astronomie — et aussi son collaborateur (3); d'autre part, durant un voyage en Italie, c'est lui qui paraît avoir déterminé Galilée à abandonner définitivement le système de Ptolémée pour adopter celui de Copernic.

François Viète (4) fut également opposé à la réforme : il proposa

(1) Voir *Bulletin astr.*, t. XXII, p. 86, 166, 215, 494 et t. XXIII, p. 45, 119 et 153.

(2) Michel Mæstlin (1550-1631), après avoir été diacre à Baknang (1576), enseigne les Mathématiques à Heidelberg (1580), puis à Tubinge (1584). Il observe l'étoile temporaire de la constellation de Cassiopée; il fait d'importantes recherches sur les comètes auxquelles il attribue des mouvements circulaires; il est le premier à donner l'explication de la *lumière cendrée* de la nouvelle lune.

Mæstlin développe l'usage de la chambre noire pour mesurer le diamètre apparent des objets à l'aide d'un réseau de cercles tracés d'avance et de grandeur connue — notamment aussi pour avoir le nombre de *doigts* des éclipses. En cela il est le précurseur du *réticule* que proposera la Hire en 1701.

Il faut spécialement s'arrêter sur de telles préoccupations : en effet, Tycho, mesurant le diamètre de la Lune en éclipse le trouve plus petit que durant la pleine Lune; il en conclut même qu'une éclipse totale est impossible et (en 1600) il s'étonne que Clavius en ait vu une à Conimbre, en 1560, *avec nuit et ténèbres*.

(3) Mæstlin et Képler (né en 1571) établissent que la Terre et la Lune s'éclairent mutuellement, se présentent l'une à l'autre sous forme de croissant : c'est le symbole de l'égalité des êtres créés, et de leurs services réciproques, et c'est un grand progrès sur le rôle privilégié que l'on voulait attribuer à la Terre.

Mæstlin fit réimprimer le livre de Képler, avec la narration de Rhéticus à ce sujet.

(4) François Viète (1540-1605), savant mathématicien français, maître des

au pape Clément VIII ⁽¹⁾ une période luni-solaire de 3400 ans et désirait qu'on l'employât dans le calendrier, mais il fut réfuté par Clavius et cette période est tombée dans l'oubli. Il établit alors clairement les erreurs commises, montra que le nouveau calendrier n'est pas vraiment grégorien, qu'il n'est pas même celui de Lilio, et enseigna la manière de construire un calendrier perpétuel et véritablement grégorien ⁽²⁾.

Scaliger ⁽³⁾, Lydiat ⁽⁴⁾... furent pareillement opposants, mais, et surtout, ne se contentant point des raisons de demi-mesures, il nous faut citer Cassini et Bianchini parmi les adversaires les plus redoutables de la réforme grégorienne.

Lilio, mort, ne pouvait défendre son idée; Clavius, qui avait été chargé de tous les calculs nécessaires à la perfection de ce calendrier, compose un grand Ouvrage ⁽⁵⁾ pour l'expliquer, et combattre

requêtes de la reine Marguerite, né à Fontenay-le-Comte: il développe l'usage des notations littérales en algèbre et, après Cardan, réalise de grands progrès dans la théorie de la résolution des équations.

Après Viète on pourrait particulièrement signaler Magini.

⁽¹⁾ Pape de 1592 à 1605.

⁽²⁾ FRANCISCI VIETÆ *Relatio kalendarii verè gregoriani ad ecclesiasticos doctores*, exhibita Pontifici maximo Clementi VIII anno Christi 1600 jubileo I, in-fol. Paris, 1600.

Cette discussion de la réforme se trouve également reproduite dans :

Francisci Vietæ Opera mathematica in unum volumen congesta ac recognita, opera atque studio Francisci à Schooten, Leydensis matheseos professoris. In-fol. Lugd. Batav., 1646.

⁽³⁾ Scaliger, né à Agen en 1540, mort à Leyde en 1609, fils de celui que nous avons précédemment cité, rendit de grands services à l'Astronomie en rétablissant la chronologie. On lui doit surtout des travaux littéraires.

JOS. SCALIGERI, *Elenchus et castigatio kalendarii gregoriani, a Clavio castigata*. In-8°, Romæ, 1595.

⁽⁴⁾ Lydiat [1572 (?), 3 avril 1646], Anglais, attaque les sentiments de Scaliger et d'Aristote. Scaliger se fâcha fort contre lui et le réfuta avec beaucoup de hauteur, à la suite de quoi Lydiat écrivit de nombreux livres contre Scaliger.

⁽⁵⁾ *Romani Kalendarii à Greg. XIII restituti explicatio per Christoph. Clavium*, S. J. In-fol. Rome, 1603.

C'est le plus vaste et le meilleur Ouvrage que l'on ait fait sur le calendrier romain — bien qu'il ait été attaqué sur plusieurs points par différents auteurs. Il a été réimprimé en 1612 dans le Recueil des Ouvrages de Clavius.

Voir aussi : *Computus ecclesiasticus per digitorum articulos et tabulas, traditus ab eodem Clavio*, in-8°. Rome, 1603.

Confutatio kalendarii Georg. Germani Wurtembergensis, à Christ. Clavio, in-8°. Moguntiae, 1610.

tous les contradicteurs. La tâche de la réformation, nous l'avons dit, était fort malaisée, et les réformateurs n'avaient que le choix des inconvénients et des défauts : ils proposèrent un système ingénieux et adroit, mais assez compliqué. Nous sommes obligés d'excuser un peu les imperfections qu'ils ont laissées, en considération de celles qu'ils surent éviter — et l'avantage le plus manifeste, actuellement, pour le calendrier grégorien, est d'avoir déjà servi plusieurs siècles.

Les raisons péremptoires d'une réforme douteuse n'existant pas, toutes celles de Clavius sont habiles — mais médiocres. Cependant son livre est très précieux, puisqu'il résume, en somme, les travaux et discussions de la commission à laquelle il appartient : à ce titre, c'est la base même de l'histoire du calendrier grégorien ⁽¹⁾.

Mais, dès à présent, nous faisons deux observations qui vont préparer nos conclusions :

1^o Clavius ne cite pas Ferrari. Le *Traité de l'erreur que l'on commet dans la détermination du jour de Pâques*, par Ferrari, était alors inédit, il est vrai : mais la très grande et très légitime réputation de cet auteur n'avait pu échapper à Clavius ; peut-être, à propos de la réforme grégorienne, furent-ils en relation scientifique ? Nous n'en avons pas de preuves pour l'instant ; la conjecture est bien forte que Clavius ait connu les travaux de Ferrari — cependant ce n'est encore qu'une conjecture et nous admettrons la bonne foi de Clavius.

2^o Clavius ne cite pas Danti ⁽²⁾. Or, non seulement les travaux de Danti sont fort variés, et méritent hautement d'attirer l'attention, mais, ce qui plus est, Danti se trouve être le plus savant de la commission du calendrier grégorien : il a siégé des années à côté de Clavius, qui ne pouvait donc l'ignorer.

(1) Il est étrange de voir que Libri, si compétent en matière d'histoire des Sciences italiennes, ne parle pas de Clavius — ou du moins ne fait que le citer en passant. Libri pensait-il donc que Clavius était surfait ? Avait-il l'opinion que nous allons présenter en conclusion ?

(2) Ignace Dante, petit-fils de Pierre-Vincent, 1536-1586. Voir ci-dessus.





PAUL HENRY

Astronome de l'Observatoire de Paris

1848 - 1905

DISCOURS PRONONCE A ... RESEAUX DE M BOSSERT

• • • • •

C'est pour ça qu'il faut nous attendre à la mort de M. le Bossu, c'est-à-dire à la mort de ce pauvre rosbif.

A l'occasion de ces deux événements, nous avons eu pour collaborateur, M. Lévy, Directeur de l'Institut, qui a prononcé le discours suivant :

[illegible]

La densité ρ des cylindres est de l'ordre de 10^3 kg m^{-3} .

[illegible]

La part prise par cet astronomer aux progrès de l'astronomie à l'Observatoire est considérable. Avec un intérêt de toutes ses forces à assurer le succès de ses travaux, il se résame l'activité de notre établissement. Ses idées, ses succès dont l'importance est évidente, dont l'histoire de l'Astronomie gardera le souvenir.

Ce sympathique savant était, dans sa vie, une personne de ses œuvres. Issu d'une famille de tradition intellectuelle, il recevait cette éducation supérieure qui est habituelle aux carrières scientifiques. Mais, depuis son entrée à l'École, il se consacrait tout en accomplissant d'une manière exemplaire ses devoirs professionnels, il était parvenu à acquérir, grâce à des efforts persévérants, une compétence scientifique qui lui a permis non seulement d'effectuer avec succès sa tâche régulière, mais de se distinguer par de nombreuses contributions originales qui honoreront sa mémoire. Il était donc d'une façon de travail véritablement exemplaire, et jusque dans les dernières années de sa vie, profondément atteint par le mal implacable qui devait l'emporter, il en a néanmoins l'énergie de mener à bonne fin une vaste œuvre.



PAUL HENRY

Astronome de l'Observatoire de Paris

1848 - 1905

DISCOURS PRONONCÉ AUX OBSÈQUES DE M. BOSSERT;

PAR M. LOEWY.

C'est avec un grand regret que nous annonçons la mort de M. J. Bossert, astronome titulaire, survenue le 22 juin 1906.

A l'occasion des obsèques de son éminent collaborateur, M. Lœwy, Directeur de l'Observatoire, a prononcé le discours suivant :

Je ne saurais exprimer l'émotion qui me pénètre en adressant un suprême hommage au collaborateur éminent, d'un caractère si droit et si élevé, devant le cercueil duquel nous sommes rassemblés aujourd'hui.

Le deuil de l'Observatoire de Paris est profond.

M. Bossert était attaché à notre établissement par les liens les plus nobles et les plus intimes. La tâche qui lui était dévolue était tout à fait en harmonie avec ses goûts et ses facultés; elle était l'objet de toutes ses préoccupations intellectuelles, et le milieu scientifique où il se trouvait constituait en vérité pour lui une seconde famille. Bossert n'y comptait que des amis, et cette maison, où s'est écoulée la plus grande partie de sa vie, perd en lui un de ses membres les plus anciens, les plus dévoués, les plus aimés.

La part prise par cet astronome aux grands travaux d'ensemble de l'Observatoire est considérable. Avec un zèle inaltérable, il s'est consacré de toutes ses forces à assurer le succès des publications dans lesquelles se résume l'activité de notre établissement; et il a rendu, dans cet ordre d'idées, des services dont l'importance est universellement reconnue et dont l'histoire de l'Astronomie gardera la trace.

Ce sympathique savant était, dans le sens le plus élevé du mot, le fils de ses œuvres. Issu d'une famille de travailleurs modestes, il n'avait pu recevoir cette éducation supérieure qui d'habitude facilite l'accès des carrières scientifiques. Mais, depuis son entrée à l'Observatoire en 1867, tout en accomplissant d'une manière exemplaire ses devoirs professionnels, il était parvenu à acquérir, grâce à des efforts persévérants, une instruction scientifique qui lui a permis, non seulement d'exécuter avec supériorité sa tâche régulière, mais de se distinguer par de nombreuses recherches originales qui honoreront sa mémoire. Il était doué d'une puissance de travail véritablement exceptionnelle, et jusque dans les derniers mois de sa vie, profondément atteint par le mal implacable qui devait l'emporter, il a eu néanmoins l'énergie de mener à bonne fin une vaste étude relative

aux mouvements propres stellaires, résumant toutes les connaissances acquises dans ce domaine et renfermant en outre de très nombreuses données nouvelles dues à ses propres investigations.

J'ai pu apprécier en mille occasions la valeur de cette nature loyale et bienveillante. En sa qualité de Chef du Service des Calculs, Bossert a su se concilier l'affection et le respect de tous les fonctionnaires placés sous ses ordres.

Avec un dévouement infatigable, il s'est appliqué à leur faciliter la carrière; il les stimulait par son exemple et les encourageait par ses conseils. Aussi, pouvons-nous donner à sa famille affligée l'assurance que nous partageons sa douleur et que nous garderons un souvenir affectueux et durable du collègue éminent et de l'ami si cher qui vient de nous être cruellement ravi avant l'heure, en plein épanouissement de ses facultés.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE;

PAR M. H.-E. LAU.

Dans l'étude de la dispersion atmosphérique, il faut, en premier lieu, définir la qualité de la lumière stellaire par une seule variable. Lorsque la radiation des étoiles fixes suit, avec une approximation suffisante, les lois de la radiation du corps noir, on peut définir la température de la lumière stellaire par l'exposant $\frac{c_2}{T}$ de la formule de Wien. Pour les étoiles fixes, la valeur de $\frac{c_2}{T}$ varie au moins de 4 à 1. On peut calculer l'influence de la distribution de l'énergie du spectre par le procédé suivant. On détermine d'abord, pour la température choisie de $\frac{c_2}{T}$, l'énergie relative correspondant à une série de longueurs d'onde équidistantes d'après la formule de Planck. En multipliant ces nombres par les valeurs correspondantes de la sensibilité spectrale S de l'œil d'après la formule de M. Hertzsprung (1), on a les valeurs relatives de l'intensité visuelle $I_{\frac{c_2}{T}}$ des diverses parties du spectre. C'est ainsi que j'ai obtenu les résultats ci-dessous correspondant à $\frac{c_2}{T}$ égale à 4 et 1.

λ .	log S.	log I ₄ .	log I ₁ .
μ			
0,40	—1,36	2,29	5,58
0,45	—1,08	2,79	5,74
0,50	—0,47	3,56	6,23
0,55	0,00	4,14	6,59
0,60	—0,20	4,01	6,28
0,65	—0,97	3,29	5,40
0,70	—2,19	2,10	4,08
0,75	—4,04	0,27	2,14

Pour l'aide des cinq valeurs voisines du maximum, on trouve, pour

Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie, t. IV, p. 43.

la longueur d'onde du maximum d'intensité visuelle,

$$\frac{c_2}{T} = 4, \quad \lambda_2 = 0\mu, 5665,$$

$$\frac{c_1}{T} = 1, \quad \lambda_1 = 0\mu, 5542.$$

En introduisant la moyenne $0\mu, 5604$ et la différence $12,3 \mu\mu$ dans la formule de MM. Kayser et Runge, on trouve, pour la variation $\Delta\beta$ de la constante de réfraction,

$$\Delta\beta = 0'', 044.$$

M. Comstock ⁽¹⁾, par ses mesures d'interférence, trouve la valeur peu différente de $0'', 03$.

Comme l'expression de $\frac{dn}{d\lambda}$ renferme le facteur λ^{-3} , les effets de la dispersion seront plus sensibles dans les mesures photographiques. En utilisant les courbes de sensibilité de M. Eder, j'ai trouvé pour les plaques de bromure d'argent,

$$\lambda_2 = 0\mu, 4371, \quad \lambda_1 = 0\mu, 4277,$$

ce qui donne, pour la variation $\Delta\beta'$ de la constante photographique de la réfraction,

$$\Delta\beta' = 0'', 080.$$

Dans un cas peu différent de celui que j'ai considéré, M. Bergstrand ⁽²⁾ a trouvé la valeur $0'', 13$.

Il semble donc possible d'évaluer la valeur de la dispersion en se basant sur les courbes de sensibilité des plaques utilisées, les valeurs de $\frac{c_2}{T}$ étant connues par la mesure des grandeurs photographiques des étoiles observées. Dans un calcul rigoureux, il faudrait, en outre, tenir compte de l'absorption de l'objectif. La différence de dispersion, pour un et même couple d'étoiles, joue d'ailleurs plutôt le rôle d'une erreur instrumentale : pour les plaques à érythrosine, une différence de 3 unités dans les valeurs de $\frac{c_2}{T}$ correspond à une différence de dispersion d'environ $0'', 11$,

⁽¹⁾ *Astrophysical Journal*, t. V, p. 26.

⁽²⁾ *Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis*, sér. IV, vol. I, n° 3.

tandis que, pour une plaque *monochromatique*, sa valeur serait nulle quelles que fussent les valeurs de $\frac{c_2}{T}$.

Quelque faible que soit la dispersion visuelle, elle ne joue pas moins un rôle important dans l'étude des systèmes binaires très serrés. Dans les systèmes du type de 42 Coma une différence de dispersion de 0",05 suffirait, pour jeter l'étoile principale *en dehors* de l'ellipse décrite par le satellite, de sorte que la dispersion peut produire des anomalies très sensibles dans le mouvement orbital du satellite.

En terminant, je signale les variations qu'éprouve la qualité de la lumière par suite de l'absorption de l'atmosphère. En raison de cette absorption, il faut multiplier les réfractions déduites de la théorie ordinaire par un facteur variable dépendant de la distance zénithale.

**MESURES DES DIAMÈTRES DES SATELLITES
DE JUPITER AU MOYEN D'UN MICROMÈTRE A DOUBLE IMAGE;**

PAR MM. P. SALET ET J. BOSLER.

La mesure des diamètres apparents, déjà difficile quand il s'agit des planètes principales, devient très délicate lorsqu'on s'attaque soit aux petites planètes, soit aux satellites. On n'a connu pendant longtemps d'autre méthode que l'emploi des fils du réticule, c'est-à-dire le procédé ordinaire employé dans les mesures d'étoiles doubles par exemple, et la question fit peu de progrès jusqu'à la fin du XIX^e siècle, moment où les puissants instruments américains ainsi que de nouvelles méthodes physiques vinrent lui redonner de l'actualité.

La principale difficulté de la mesure directe des diamètres réside non pas tant dans la mauvaise définition que dans l'agitation ou le balancement des images, phénomène qui rend les pointés simultanés des deux bords presque impossibles; de telle sorte que la mesure ne correspond pas à un *pointé*, mais à l'appréciation subjective de l'égalité du disque mesuré et de la distance des bords des deux fils employés. L'irradiation constitue une seconde et très grave cause d'erreur. Enfin, l'influence encore mal connue

et difficile à évaluer de la diffraction introduit dans la mesure des petits diamètres des erreurs qui sont presque de l'ordre des grandeurs cherchées.

Les méthodes interférentielles de Fizeau, employées par Michelson ⁽¹⁾ et M. Hamy ⁽²⁾, échappent, il est vrai, aux reproches que l'on peut faire à la mesure directe; mais alors c'est l'agitation de l'air qui généralement introduit une cause d'erreur en faisant disparaître les franges, lorsque les fentes de l'écran placé devant l'objectif sont encore à une distance telle que ces franges devraient théoriquement se produire. Les étoiles elles-mêmes n'en donnent pas toujours; aussi, bien que pour des raisons différentes, ces méthodes ne peuvent donner, comme la mesure directe, que des chiffres trop forts. Nous donnons d'ailleurs ci-dessous un aperçu des mesures les plus modernes obtenues à l'aide des diverses méthodes. On remarquera que, malgré le renom et l'habileté des observateurs, il subsiste dans ces mesures des différences qui atteignent $0'',4$ et $0'',5$, c'est-à-dire qui dépassent le tiers des quantités mesurées. On voit aussi que les méthodes interférentielles ne donnent pas les chiffres les plus faibles comme on aurait pu s'y attendre. La question n'est donc pas entièrement résolue et il nous a semblé intéressant d'y apporter une modeste contribution par l'emploi d'une méthode qui n'avait pas encore été appliquée à ce travail.

Description de la méthode employée. — Nous nous sommes servis à l'Équatorial de la tour de l'Est (Observatoire de Paris, ouverture $0^m,38$) du micromètre à double image de M. Bigourdan (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896). Cet appareil est composé, comme on le sait, de deux prismes biréfringents de Wollaston superposés en avant de l'oculaire et pouvant faire un angle variable mesuré par un cercle divisé. Le phénomène est alors celui bien connu des « spaths croisés ». Il se forme quatre images de l'objet, disposées en losange : en amenant deux images opposées à être tangentes, on lit sur le cercle un angle d'autant plus grand que le diamètre apparent de l'astre est plus considérable. Il faut naturellement

⁽¹⁾ A.-A. MICHELSON, *Phil. Mag.*, t. XXX, XXXI et XXXIV. Voir aussi *Nature*, t. XLV, 1891.

⁽²⁾ M. HAMY, *Comptes rendus*, t. CXXVII et CXXVIII, et *Bull. astr.*, 1893, 1894 et 1899.

Observateur.	Date.	Instrument ou méthode.	I.	II.	III.	IV.	Remarques.
Burnham (1).....	1891	Lick, 36".	1,11	1,00	1,78	1,61	
Michelson (1).....	1891	Méth. interférentielle.	1,02	0,94	1,37	1,31	
Bigourdan (2).....	1893-94	{ Équatorial de l'Ouest (0", 32), micromètre à pointes fines. }	{ 0,71	0,66	1,25	1,12	{ Avant ou pendant le coucher du Soleil.
Bigourdan (2).....			{ 0,82	0,73	1,34	1,24	{ Après le coucher du Soleil.
Bigourdan (2).....			{ 0,89	0,85	1,55	1,36	{ Champ éclairé.
Barnard (2).....	1895	Lick, 36".	1,09	0,88	1,57	1,49	
Hamy (4).....	1898	Méth. interférentielle.	0,98	0,87	1,28	1,31	
T.-J.-J. See (2)....	1901	Washington U. S. N. Obs.,	{ 0,83	0,75	1,26	1,17	{ Jour.
T.-J.-J. See (2)....	1901	26".	{ 1,08	0,98	1,60	1,44	{ Nuit.

(1) *Nature*, t. XLV, 1891. Les chiffres cités ont été ramenés à la distance 5 à la Terre.

(2) *Ann. Obs. de Paris*, Mémoires, t. XXI. Par exception, les chiffres de M. Bigourdan ont été laissés à la distance 5,2028.

(3) *Astr. Nachr.*, n° 3745-3768, et *Monthly Notices*, vol. LV et LVI.

(4) Travail déjà cité.

(5) *Astr. Nachr.*, n° 3745-3868.

calculer le grossissement de l'oculaire et la déviation des prismes de manière que, pour la grandeur des diamètres à mesurer, ce contact des deux images ait lieu pour une valeur convenable (ni trop petite, ni trop grande) de l'angle mesuré.

A la vérité, les choses ne se passeraient avec cette simplicité que pour des prismes de spath normaux au faisceau incident; les wollastons employés formés chacun de deux quartz croisés introduisent en toute rigueur huit images dont quatre très faibles. De plus, les deux rayons les plus intenses issus dans chaque wollaston d'un rayon donné ne restent plus exactement dans le plan principal, d'après la construction bien connue d'Huygens. Il en résulte que le diamètre apparent n'est plus une fonction simple de l'angle d'écart des prismes, ce qui rend nécessaire la construction d'un graphique approprié, c'est-à-dire d'une courbe portant en abscisses les angles et en ordonnées les diamètres étudiés.

Pour construire cette courbe, nous avons évalué avec l'instrument en degrés du cercle des distances et des épaisseurs de fils du micromètre déterminées d'autre part très soigneusement au moyen de la vis. L'inégalité du pas de cette vis ainsi que son erreur périodique avaient été étudiées auparavant ⁽¹⁾. La courbe obtenue est sensiblement rectiligne, au moins dans la partie qui nous intéresse. Chaque observateur a construit un graphique indépendant, la suite du travail nous ayant révélé l'existence d'équations personnelles assez fortes.

L'oculaire à double image a le très grand avantage de faire disparaître les inconvénients provenant de l'ondulation des images. En effet, les quatre images placées en losange dont nous avons parlé oscillent simultanément et l'on peut toujours, malgré ce mouvement, en amener deux à être en contact : c'est donc toujours un véritable pointé que l'on effectue. La définition des images importe donc seule à la précision qui devient ainsi indépendante de leur fixité proprement dite. De plus, les nombreux milieux que la lumière doit traverser, milieux dont l'absorption s'ajoute aux effets de la loi de Malus, atténuent considérablement les effets de l'irradiation et permettent de faire des mesures sans se limiter aux heures qui suivent immédiatement le coucher du Soleil.

(1) P. SALET, *Annales de l'Observatoire*, 1905.

Résultats obtenus. — Nous donnons ci-dessous les diamètres trouvés pour les quatre premiers satellites de Jupiter.

Observateur : P. SALET.

	Satellites.			
	I.	II.	III.	IV.
Nombre de degrés du cercle.....	39°,64	37°,74	50°,64	51°,74
Diamètres des ζ en parties de la vis.	2 ^p ,06	1 ^p ,95	2 ^p ,95	2 ^p ,75
Valeurs en secondes d'arc.....	1,01	0,95	1,45	1,34
Valeurs ramenées à la distance 5 à la Terre.....	0,97	0,91	1,39	1,29
Erreur moyenne d'une observation.	$\pm$ 0,042	0,047	0,052	0,041
Erreur probable du résultat final..	$\pm$ 0,003	0,003	0,003	0,003

Observateur : J. BOSLER.

Nombre de degrés du cercle.....	39°,00	37°,25	55°,75	52°,22
Diamètres des ζ en parties de la vis.	1 ^p ,92	1 ^p ,81	2 ^p ,88	2 ^p ,67
Valeurs en secondes d'arc.....	0,94	0,88	1,41	1,31
Valeurs ramenées à la distance 5 à la Terre.....	0,98	0,91	1,46	1,36
Erreur moyenne d'une observation.	$\pm$ 0,038	0,036	0,033	0,034
Erreur probable du résultat final..	$\pm$ 0,003	0,003	0,002	0,002

Chaque chiffre est la moyenne de 100 pointés, une soirée d'observations comportant généralement 10 pointés par satellite. Nous avons donné les valeurs des erreurs probables et des erreurs moyennes, mais nous devons faire remarquer qu'ici les erreurs accidentelles sont très faibles comparées aux erreurs systématiques que nous allons étudier. Ces erreurs probables ne sont donc ici que de simples renseignements. Elles permettent toutefois d'apprécier la haute précision de la méthode employée et de montrer sa valeur pour élucider la question de l'aplatissement dont nous parlerons plus loin. Les différences qui existent entre les deux observateurs montrent l'existence d'une équation personnelle semblable à celle qui s'introduit dans les mesures d'étoiles doubles; les chiffres s'écarteraient encore davantage s'ils n'étaient pas réduits avec le graphique particulier de l'observateur. Il n'y a pas lieu d'en être surpris, car on conçoit qu'il y ait différentes

manières d'apprécier un contact, surtout lorsqu'il s'agit d'objets aussi petits.

Effets de l'irradiation et de la diffraction. — Lorsque, parmi les mesures antérieures, on distingue celles qui ont été faites avant le coucher du Soleil de celles qui ont été faites le soir, on remarque que les premières donnent toujours des chiffres plus petits. Cette différence, résultat manifeste de l'irradiation, avait déjà été signalée par MM. Bigourdan et T.-J.-J. See. Les chiffres que nous avons donnés font ressortir pour le premier de ces deux astronomes un écart moyen de $0'',10$ et pour le second des écarts atteignant $0'',25$ et même plus. Avec l'appareil dont nous nous sommes servis, les effets de l'irradiation deviennent de l'ordre des erreurs accidentelles : on peut en tout cas affirmer que la différence entre les observations faites au coucher du Soleil et les observations de nuit n'excède pas $0'',02$. M. E.-E. Barnard ⁽¹⁾ était arrivé en 1901 à une conclusion identique dans ses mesures de petites planètes (lunette Yerkes, $40''$); en prenant la précaution d'insérer entre l'oculaire et les fils une feuille de mica fumé, il a pu dire que l'effet signalé était assez petit pour se fondre dans l'ensemble des erreurs ordinaires d'observation.

Parmi les causes d'erreur purement optiques, il en est une plus grave sur laquelle il nous paraît que l'on n'a pas suffisamment insisté dans le cas présent de la mesure des petits diamètres. Nous voulons parler de la diffraction dont les effets sont ici tout à fait comparables aux grandeurs à mesurer. Le cas où nous nous trouvons est celui qui, dans le Mémoire fondamental de M. Ch. André ⁽²⁾, est le moins développé : la source lumineuse, sans être réduite à un point, a des dimensions angulaires comparables à celles du solide de diffraction. Cherchons à nous rendre compte de l'importance du phénomène. Admettons, avec M. André, que l'œil limite la tache lumineuse au point où l'intensité est à peu près réduite au $\frac{1}{30}$ de sa valeur maxima. Dans le cas d'une source relativement large, nous avons pour l'accroissement du diamètre apparent $2'',8$ par 10^{cm} d'ouverture d'objectif, ce qui, pour l'équatorial

⁽¹⁾ *Astr. Nachr.*, n° 3745-3768, article du 13 septembre 1901.

⁽²⁾ Ch. ANDRÉ, *La diffraction dans les instruments d'optique* (*Ann. scient. de l'École normale supérieure*, 1876).

de la tour de l'Est ($0^m,38$), donnerait $0'',73$. Avec une source lumineuse réduite à un point, le chiffre précédent se réduirait à $0'',64$. Comme le pouvoir optique, dans le cas des astres, se montre généralement un peu supérieur à sa valeur théorique, estimée à l'aide de mires, et cela d'après les résultats du Mémoire cité, nous pouvons admettre un chiffre voisin de $0'',60$. On pourrait préciser ce chiffre à l'aide des méthodes de calcul employées par M. André; mais *tout* repose sur la valeur adoptée, $\frac{1}{30}$, de l'intensité minima perceptible et il nous semble qu'il y a là trop d'incertitude pour qu'un calcul plus exact présente de l'intérêt. Les pointés de M. Bosler sur des étoiles fixes comparables par leur éclat aux satellites de Jupiter ont donné comme moyenne $0'',62$, ce qui confirmerait bien le calcul approximatif ci-dessus. La plupart des observateurs qui nous ont précédés semblent s'être peu souciés de cette influence de la diffraction; cependant, seule la méthode interférentielle lui échappe théoriquement sans toutefois avoir beaucoup plus de précision que les procédés plus directs, par suite d'une cause d'erreur dont nous avons dit quelques mots.

Nous ne nous sommes d'ailleurs pas proposé d'approfondir ici le difficile et actuellement presque insoluble problème des diamètres angulaires *réels* à $0'',01$ près dégagés de *toutes* les erreurs systématiques. Nous avons seulement voulu montrer qu'un appareil relativement simple et peu coûteux permettait de mesurer les diamètres *apparents* des petits astres et, par suite, dans de bonnes conditions atmosphériques, de faire faire à la question un pas appréciable, progrès qui jusqu'ici paraissait réservé aux instruments extrêmement puissants ou à quelques expérimentateurs très habiles et très bien outillés.

Aplatissement des satellites. — Mais, si la mesure des diamètres, comme toutes les mesures absolues, se heurte à des difficultés qui ne sont jamais entièrement résolues, la mesure de l'aplatissement, qui est en quelque sorte une mesure différentielle, doit se faire avec beaucoup plus de facilité. Le plus grand obstacle, l'agitation des images, étant supprimé, les erreurs probables obtenues montrent avec quelle précision on peut apprécier la différence de deux diamètres d'un même satellite. On peut, en plaçant successivement l'oculaire dans deux positions rectangu-

lares, mesurer ainsi, au même instant physique, la différence entre le diamètre polaire, par exemple, et le diamètre équatorial d'un satellite.

La question de l'aplatissement des satellites de Jupiter a fait dans ces quinze dernières années l'objet d'études assez nombreuses. Une vive polémique eut même lieu vers 1892-1895 entre MM. Barnard et W.-H. Pickering ⁽¹⁾. Ce dernier attribuait aux satellites des formes allongées, variables avec le temps et parla d'ellipsoïdes à trois axes inégaux. M. Barnard, avec la lunette de 36^p du mont Hamilton, n'aperçut jamais que des disques parfaitement circulaires. Il en arriva enfin à cette conclusion que les satellites sont sphériques; mais le premier (et sans doute aussi les autres) présenterait des calottes polaires obscures analogues à celles de Jupiter lui-même, seulement plus accentuées, ce qui expliquerait les apparences observées ⁽²⁾.

M. Salet a fait à ce sujet 90 pointés destinés à mesurer l'aplatissement du troisième satellite, le seul qu'on puisse facilement mesurer avec l'équatorial de la tour de l'Est : ces mesures confirment la manière de voir de M. Barnard. M. Salet a trouvé en effet le diamètre polaire très légèrement supérieur au diamètre équatorial; le troisième satellite paraîtrait donc au premier abord présenter un faible aplatissement de sens contraire à celui des planètes. Mais la différence entre les deux diamètres, qui n'est que de 0",022, est trop faible pour qu'on puisse la considérer comme certaine; de plus, cette différence peut s'expliquer presque entièrement par l'influence de la phase, influence qui atteint 0",014. On doit donc en conclure que l'aplatissement du troisième satellite est insensible et en tout cas inférieur à 0",01, chiffre du même ordre que l'aplatissement terrestre.

⁽¹⁾ *Nature*, t. XLV, XLVII, L, LII, LVI, articles de MM. Barnard, W.-H. Pickering, W.-J.-S. Lockyer, Douglass, etc. Voir aussi, sur cette curieuse discussion, les numéros de l'*Astrophysical Journal* et de l'*Astronomy and Astrophysics* de l'époque indiquée.

⁽²⁾ D'un autre côté, M. Léo Brenner (*Astr. Nachr.*, n° 3444) trouva des aplatissements, paraît-il, fort nets, variant de $\frac{1}{7,568}$ à $\frac{1}{10,123}$.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE (1906 b),

ES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (équatorial coudé de 0^m,318 d'ouverture);

PAR MM. RAMBAUD, SY ET VILLATTE.

Alger.	$\Delta R.$	$\Delta Q.$	N. dec.	R app.	log f. p.	(Q) app.	log f. p.	* Obs.
m s	m s			h m s				
14	-3.22,34	+ 0.23,1	14° 10	11.33.54,63	1,572 n	+ 1.46.26,5	0,711	1 V
28	-3.23,81	+ 0.26,0	15° 10	11.33.53,16	1,449 n	+ 1.46.29,4	0,707	1 S
7	+0.54,58	- 3.51,2	15° 10	11.30.51,66	1,518 n	+ 1.56.57,9	0,707	2 S
22	+0.53,67	- 3.49,0	15° 10	11.30.50,75	1,415 n	+ 1.57. 0,1	0,705	2 V
16	+3.36,02	+ 8.51,8	15° 10	11.30.50,07	1,294 n	+ 1.57. 2,5	0,703	3 S
2	+2.35,27	+ 8.55,0	15° 10	11.30.49,32	1,124 n	+ 1.57. 5,7	0,702	3 V
36	+0.39,07	- 3.21,5	12° 12	11.30.26,16	1,541 n	+ 1.58.27,6	0,708	2 S
5	+0.28,18	- 2.19,5	12° 12	11.30.25,27	1,460 n	+ 1.58.29,6	0,705	2 V
56	+2.11,57	+10.18,4	15° 10	11.30.25,63	1,510 n	+ 1.58.29,1	0,707	3 S
52	+2.10,57	+10.12,2	15° 10	11.30.24,63	1,358 n	+ 1.58.32,9	0,704	3 V
13	+2.11,61	+ 8.30,9	15° 10	11.30. 0,55	1,518 n	+ 1.59.59,3	0,707	4 S
52	+2.10,69	+ 8.36,0	14° 10	11.29.59,63	1,384 n	+ 2. 0. 4,4	0,704	4 V
22	+0. 3,03	- 0.48,7	12° 12	11.30. 0,13	1,487 n	+ 2. 0. 0,4	0,706	2 S
57	+0. 2,71	- 0.47,8	12° 12	11.29.59,81	1,439 n	+ 2. 0. 1,3	0,705	2 V
15	-0.48,25	+ 1.14,1	15° 10	11.29. 8,85	1,380 n	+ 2. 3. 3,1	0,703	2 S
17	-1.38,51	+ 5.13,1	15° 10	11.28.18,60	1,249 n	+ 2. 6. 2,1	0,701	2 V
2	-1.38,49	+ 5.13,9	15° 10	11.28.18,62	1,123 n	+ 2. 6. 2,9	0,701	2 S
12	+1. 2,76	- 5.17,8	15° 10	11.24.54,64	1,344 n	+ 2.17.52,6	0,700	5 R
38	+1. 2,52	- 5.16,4	15° 10	11.24.54,40	1,252 n	+ 2.17.54,0	0,699	5 V
58	+0.13,01	- 7.26,9	12° 12	11.20. 9,54	2,495 n	+ 2.29.10,6	0,696	6 S
48	+0.12,68	- 7.28,9	12° 12	11.20. 9,21	2,387	+ 2.29. 8,6	0,696	6 R
28	+0. 5,94	- 8. 6,6	8° 12	11.20. 2,45	2,581	+ 2.28.30,9	0,696	6 S
55	+0.22,26	+ 1.37,0	12° 12	11.19.59,46	2,750 n	+ 2.27.33,6	0,696	7 S
1	+0.22,00	+ 1.35,5	12° 12	11.19.59,20	2,264	+ 2.27.32,1	0,696	7 R
41	+0.21,70	+ 0.59,8	12° 12	11.19.58,89	3,042 n	+ 2.26.56,4	0,696	7 S
29	+0.21,78	+ 0.58,0	12° 12	11.19.58,97	2,849	+ 2.26.54,6	0,696	7 R
3	+0.21,33	+ 0.19,4	12° 12	11.19.59,51	2,682 n	+ 2.26.16,1	0,696	7 S
43	-1. 1,07	+ 3. 0,1	12° 8	11.19.59,39	2,049	+ 2.26.15,4	0,696	8 R
38	-0.53,73	+ 0.25,7	12° 8	11.20. 6,70	2,957	+ 2.23.41,1	0,697	8 S
52	-1.13,67	+ 6.57,5	15° 10	11.21.51,70	1,017	+ 2. 6.17,3	0,700	9 S
18	-1.13,33	+ 6.57,5	15° 10	11.21.52,04	1,178	+ 2. 6.17,3	0,701	9 R
55	-1.12,98	+ 6.52,5	15° 10	11.21.52,39	1,258	+ 2. 6.12,3	0,701	9 V
22	-0.13,15	+ 8.48,4	15° 12	11.22.20,73	2,922	+ 2. 2.21,2	0,701	10 S
1	-0.12,93	+ 8.47,2	15° 12	11.22.20,95	1,069	+ 2. 2.20,0	0,701	10 R
27	+0. 2,83	+ 6.39,9	11° 12	11.22.36,70	1,031	+ 2. 0.12,7	0,701	10 S

Daten.	T. m. d'Alger.	$\Delta R.$	$\Delta(D.)$	N. dec.	Rapp.	log f. p.	(Dapp.	log f. p.
1906.	h m s	m s			h m s			
MAI 15.	9. 8.56	+0. 3,43	+ 6.36,9	12:12	11.22.37,30	$\bar{1},193$	+ 2. 0. 9,7	0,702
16.	8.50.32	-0.11,66	- 1.21,4	12:12	11.22.53,67	$\bar{1},104$	+ 1.57.58,7	0,702
16.	9. 8.58	-0.11,59	- 1.23,6	12:12	11.22.53,74	$\bar{1},213$	+ 1.57.56,5	0,703
17.	9.16.46	+0. 6,35	- 3.41,1	12:12	11.23.11,67	$\bar{1},268$	+ 1.55.33,0	0,703
17.	9.42.10	+0. 6,34	- 3.43,8	12:12	11.23.11,66	$\bar{1},366$	+ 1.55.36,3	0,704
19.	9.14. 1	-0. 9,91	+ 7.38,8	12:12	11.23.48,93	$\bar{1},287$	+ 1.50.48,9	0,704
19.	9.42.26	-0. 9,58	+ 7.38,1	12:12	11.23.49,26	$\bar{1},390$	+ 1.50.48,2	0,705
21.	9.14.49	+0.30,49	+ 2.35,1	12:12	11.24.29,29	$\bar{1},320$	+ 1.45.45,4	0,705
21.	9.42.19	+0.31,12	+ 2.33,1	12:12	11.24.29,91	$\bar{1},412$	+ 1.45.43,4	0,707
22.	8.56. 0	+0.51,92	- 0. 1,6	14:10	11.24.50,71	$\bar{1},255$	+ 1.43. 8,8	0,705
22.	9.15.44	+0.51,80	- 0. 5,4	15:10	11.24.50,59	$\bar{1},336$	+ 1.43. 5,0	0,706
23.	9.10. 3	+1.14,34	- 2.47,9	15:10	11.25.13,12	$\bar{1},329$	+ 1.40.21,5	0,706
23.	9.28.51	+1.14,60	- 2.49,8	15:10	11.25.13,38	$\bar{1},393$	+ 1.40.20,6	0,707
26.	9.12.54	+2.25,77	-11.27,9	12: 8	11.26.24,52	$\bar{1},376$	+ 1.31.42,7	0,708
26.	9.52. 9	+2.26,15	-11.32,6	15: 8	11.26.24,90	$\bar{1},483$	+ 1.31.38,0	0,710
28.	9.26.12	-1.19,57	+ 6.18,1	15:10	11.27.15,72	$\bar{1},436$	+ 1.25.33,1	0,710
28.	10. 8.49	-1.19,08	+ 6.13,4	15:10	11.27.16,21	$\bar{1},531$	+ 1.25.28,6	0,712
29.	8.49. 2	-0.53,47	+ 3.13,3	15:10	11.27.41,80	$\bar{1},329$	+ 1.22.28,7	0,709
29.	9.14.47	-0.53,25	+ 3. 9,9	15:10	11.27.42,02	$\bar{1},414$	+ 1.22.25,3	0,710
30.	9.47.29	+0.46,39	- 4.52,6	15:10	11.28.10,38	$\bar{1},503$	+ 1.19. 5,7	0,712
30.	10. 8.28	-0.24,75	- 0.13,5	12:12	11.28.10,52	$\bar{1},543$	+ 1.19. 2,0	0,713

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1906,0.	Réd. au j.	(k) moy. 1906,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	9,2	11.37.15,64	+1,33	+ 1.46.11,5	- 8,1	A. G. Albany, n° 4335.
2 ⁽¹⁾	»	11.29.55,91	+1,17	+ 2. 0.57,7	- 8,6	A. G. Albany, n° 4308.
3.	8,7	11.28.12,87	+1,18	+ 1.48.19,3	- 8,6	A. G. Albany, n° 4300.
2.	»	11.29.55,91	+1,18	+ 2. 0.57,7	- 8,6	A. G. Albany, n° 4308.
3.	8,7	11.28.12,87	+1,19	+ 1.48.19,3	- 8,6	A. G. Albany, n° 4300.
4.	8,8	11.27.47,75	+1,19	+ 1.51.37,1	- 8,7	A. G. Albany, n° 4299.
2.	»	11.29.55,91	+1,19	+ 2. 0.57,7	- 8,6	A. G. Albany, n° 4308.
2.	»	»	+1,19	»	- 8,7	Id.
2.	»	»	+1,20	»	- 8,7	Id.
5.	8,6	11.23.50,69	+1,19	+ 2.23.19,3	- 8,9	A. G. Albany, n° 4288.
6.	8,1	11.19.55,47	+1,06	+ 2.36.45,9	- 8,4	A. G. Albany, n° 4265.
6.	8,1	»	+1,04	»	- 8,4	Id.
7.	9,0	11.19.36,17	+1,03	+ 2.26. 4,9	- 8,3	A. G. Albany, n° 4264.
7.	9,0	»	+1,02	»	- 8,3	Id.

(1) Étoile double, 1^{re}; éclat résultant comparable à une 7^e.

Gr.	R moy. 1906,0.	Réd. au j.	(D moy. 1906,0.	Réd. au j.	Autorités.
9,0	11.19.36,17 ^{h m s}	+1,01 ^s	+ 2.26. 4,9	— 8,2	A. G. Albany, n° 4264.
8,8	11.20.59,44	+1,02	+ 2.23.23,5	— 8,2	A. G. Albany, n° 4271.
8,8	»	+0,99	»	— 8,1	Id.
8,5	11.23. 4,49	+0,88	+ 1.59.27,3	— 7,5	A. G. Albany, n° 4283.
8,5	»	+0,84	»	— 7,2	Id.
8,5	»	+0,83	»	— 7,2	Id.
7,4	11.22.33,02	+0,86	+ 1.53.40,2	— 7,4	A. G. Albany, n° 4280.
7,4	»	+0,85	»	— 7,4	Id.
8,3	11.23.58,01	+0,83	+ 1.43.17,3	— 7,2	A. G. Albany, n° 4290.
8,3	»	+0,79	»	— 7,0	Id.
8,3	»	+0,78	»	— 6,9	Id.
8,3	»	+0,77	»	— 6,9	Id.
8,3	»	+0,74	»	— 6,7	Id.
8,9	11.28.34,54	+0,75	+ 1.19.21,9	— 6,7	A. G. Albany, n° 4304.
8,9	»	+0,73	»	— 6,5	Id.
8,9	»	+0,73	»	— 6,4	Id.
9,4	11.27.23,27	+0,72	+ 1.14.19,6	— 6,5	A. G. Albany, n° 4298.

Remarques. — 8 mars : image très faible. — 9 mars : diamètre de la nébulosité, 12", noyau excentrique; on soupçonne une queue dont la direction serait par 270°. — 16 mars : image très faible. — 17 mars : condensation excentrique passant après le centre de la nébulosité; on ne distingue pas de queue. — 19 mars : image très faible, nébulosité vague. — 21 mars : ciel très beau, bonnes images, comète faible en forme d'éventail, angle de position de la queue, 277°; la nébulosité a diminué d'éclat; le noyau, d'environ 6", paraît plus lumineux que les jours précédents. — 29 avril : éclat du noyau, 12^e gr.; nébulosité très faible et ronde. — 23 mai : comète très faible; éclat, 12 : 5. — 30 mai : comète extrêmement faible. La Lune empêche de poursuivre les observations et la comète cesse d'être visible dans l'instrument.

OBSERVATIONS DE PETITES PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (équatorial coudé de 0^m,318 d'ouverture);

PAR MM. RAMBAUD, SY ET VILLATTE.

Dates.	T. m. d'Alger.	$\Delta R.$	$\Delta(Q).$	N. de c.	R app.	log f. p.	(Q) app.	log f. p.	★ Obs.
Palma (372).									
1905-1907.	h m s	m s			h m s				
Déc. 18.	9.39.56	-3.54,08	+ 9.11,7	11: 8	6.48.27,60	1,818 n	+56.23.47,6	1,932 n	1 S
18.	10.27.45	-3.57,22	+ 9. 6,2	15: 8	6.48.24,46	1,724 n	+56.23.42,1	0,235 n	1 R
19.	9. 1.10	+4. 9,85	- 4. 2,9	15:10	6.47. 1,76	1,863 n	+56.20.55,3	1,168 n	2 S
19.	9.52.34	+4. 6,67	- 4. 7,9	15:10	6.46.58,58	1,787 n	+56.20.50,3	0,078 n	2 R
20.	8.46.12	+2.41,41	- 7.22,6	15:10	6.45.33,34	1,873 n	+56.17.35,8	2,861	2 S
20.	9.34.37	+2.38,24	- 7.27,5	15:10	6.45.30,17	1,808 n	+56.17.30,9	1,978 n	2 R
21.	8.56.57	+1.10,54	-11. 9,6	12:12	6.44. 2,51	1,854 n	+56.13.49,0	1,445 n	2 S
23.	9. 0.31	+0. 5,10	+ 1.41,7	12:12	6.40.59,07	1,833 n	+56. 4.57,7	1,755 n	3 R
23.	10. 4.34	+0. 0,89	+ 1.29,1	12:12	6.40.54,86	1,711 n	+56. 4.45,1	0,240 n	3 S
26.	8.51. 9	-1.30,64	- 0.53,8	15:10	6.36.22,54	1,820 n	+55.48.21,9	1,832 n	4 S
26.	9.52. 9	-1.34,74	- 1. 8,6	14:10	6.36.18,44	1,698 n	+55.48. 7,1	0,247 n	4 R
JANV. 3.	8.55.27	-0. 7,63	- 6.43,2	12:10	6.24.20,71	1,719 n	+54.44.48,9	0,151 n	5 S
4.	9.14.21	+1.28,05	- 5.14,3	15:10	6.22.54,01	1,655 n	+54.34.49,1	0,246 n	6 S
4.	9.31.44	+1.26,95	- 5.21,2	15:10	6.22.52,91	1,600 n	+54.34.42,2	0,299 n	6 R
5.	8.27.19	+0. 7,85	- 2. 3,0	12:12	6.21.33,38	1,752 n	+54.24.56,5	0,033 n	7 S
5.	8.48.04	+0. 6,94	- 2.11,7	12:12	6.21.32,47	1,707 n	+54.24.47,8	0,154 n	7 R
10.	8.37.15	+0.52,58	- 1.18,8	12:12	6.15. 1,73	1,659 n	+53.28.23,3	0,185 n	8 S
10.	9. 6.40	+0.50,82	- 1.33,1	12:12	6.14.59,97	1,566 n	+53.28. 9,0	0,282 n	8 R
17.	10.33.37	+0.56,63	- 7.13,3	10:10	6. 7.27,19	2,597	+51.54.59,4	0,366 n	9 S
17.	10.53.11	+0.55,85	- 7.24,8	10:10	6. 7.26,41	1,021	+51.54.47,9	0,358 n	9 R
18.	8.40. 9	-1.33,72	+ 9.11,0	15:10	6. 6.38,24	1,497 n	+51.41.50,7	0,257 n	10 S
18.	9.19. 0	-1.35,23	+ 8.49,8	14:10	6. 6.36,73	1,282 n	+51.41.29,5	0,327 n	10 R
Leto (68).									
JANV. 18.	10.24.45	-0.41,40	- 2.57,3	12:12	8.25. 6,20	1,474 n	+30.54.31,0	0,163	11 S
26.	9. 2.18	+0.15,63	-10. 1,3	12:12	8.17. 0,70	1,581 n	+31.21.36,9	0,360	12 S
26.	9.28.10	+0.14,60	-10. 4,0	12:12	8.16.59,67	1,522 n	+31.21.34,2	0,191	12 R
27.	8.56.01	-0.44,68	- 7.20,9	12:12	8.16. 0,40	1,584 n	+31.24.17,4	0,263	12 S
27.	9.16.18	-0.45,57	- 7.19,1	12:12	8.15.59,51	1,540 n	+31.24.19,2	0,208	12 R
31.	9.34.59	+3. 0,23	- 0.31,6	12:10	8.12. 0,24	1,431 n	+31.34. 7,0	0,096	13 S
31.	10.14. 9	+2.58,64	- 0.28,2	15:10	8.11.58,65	1,263 n	+31.34.10,4	1,994	13 R

1. T. m. d'Alger. ΔR. ΔQ. N. dec. Rapp. log f. p. Qapp. log f. p. ★ Obs.

Thetis (17).

no.	h	m	s	m	s	.	.	.	h	m	s	.	.	.	.	.	.
27.	10.	8.57		+1.27,97		—	5.20,8	12:10	8.52.17,09		1,451 <i>n</i>		+18.14.16,5		0,767	14	R
27.	10.39.	6		+1.26,83		—	5.12,5	15:10	8.52.15,95		1,354 <i>n</i>		+18.14.24,8		0,801	14	S
2.	9.20.	1		+0.13,21		+14.53,6		12:14	8.46.22,03		1,502 <i>n</i>		+18.50.8,2		0,739	15	S
2.	9.55.11			+0.11,19		+15.1,9		12:12	8.46.20,01		1,406 <i>n</i>		+18.50.16,5		0,786	15	R
8.	9.31.38			+0.29,64		+11.5,7		12:12	8.40.27,21		1,388 <i>n</i>		+19.24.53,0		0,792	16	S
8.	10.21.44			+0.27,35		+11.16,5		14:10	8.40.24,92		1,155 <i>n</i>		+19.25.3,8		0,833	16	R
14.	9.10.39			+0.18,07		+3.58,2		12:12	8.34.52,21		1,360 <i>n</i>		+19.56.55,4		0,801	17	S
19.	9.3.02			—1.33,39		+0.50,3		15:10	8.30.36,80		1,295 <i>n</i>		+20.21.10,3		0,815	18	S
19.	9.36.22			—1.34,60		+0.56,2		15:10	8.30.35,59		1,106 <i>n</i>		+20.21.16,2		0,837	18	R

Lydie (110).

no.	h	m	s	m	s	.	.	.	h	m	s	.	.	.	.	.	.
19.	9.	3.28		—1.55,40		+0.13,5		15:10	11.33.43,03		1,502 <i>n</i>		+11.43.4,2		0,610	19	S
21.	9.	5.30		+2.17,81		—8.44,8		15:10	11.32.1,00		1,475 <i>n</i>		+11.51.14,8		0,604	20	S
21.	9.36.36			+2.16,68		—8.40,1		15:10	11.31.59,87		1,388 <i>n</i>		+11.51.19,5		0,591	20	V
27.	9.52.1			—0.9,12		+2.14,5		11:12	11.27.3,56		1,205 <i>n</i>		+12.12.27,4		0,573	21	R
27.	10.17.43			—0.9,97		+2.18,4		12:12	11.27.2,71		1,034 <i>n</i>		+12.12.31,3		0,567	21	V
110.	8.48.44			—2.32,90		—9.34,8		14:10	11.17.23,75		1,198 <i>n</i>		+12.40.48,9		0,565	22	S
10.	9.31.24			—2.34,11		—9.33,9		14:10	11.17.22,54		2,845 <i>n</i>		+12.40.49,8		0,557	22	R
11.	8.58.50			—3.7,21		—8.45,7		14:10	11.16.49,44		1,108 <i>n</i>		+12.41.38,1		0,561	22	S
11.	9.47.28			—3.8,25		—8.43,4		15:10	11.16.48,40		2,424 <i>n</i>		+12.41.40,4		0,555	22	R
21.	10.28.20			—0.30,46		—13.43,3		12:12	11.12.19,07		1,177		+12.41.0,5		0,564	23	R
21.	10.58.17			—0.31,09		—13.41,9		11:12	11.12.18,44		1,321		+12.41.1,9		0,573	23	S
25.	9.50.23			—2.18,65		+6.31,4		14:10	11.11.9,22		1,031		+12.36.24,7		0,561	24	R
25.	10.24.31			—2.18,96		+6.29,7		14:10	11.11.8,91		1,247		+12.36.23,0		0,569	24	S
26.	10.32.41			—2.33,06		+4.56,9		15:10	11.10.54,79		1,302		+12.34.50,3		0,573	24	R
26.	11.5.48			—2.33,56		+4.53,0		15:10	11.10.54,29		1,418		+12.34.46,4		0,585	24	S
27.	9.39.42			—1.11,72		+11.52,4		15:10	11.10.42,53		1,010		+12.33.8,8		0,561	25	R
27.	10.21.6			—1.12,05		+11.49,4		15:10	11.10.42,20		1,270		+12.33.5,8		0,571	25	S

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. au J.	(Q) moy. 1905,0.	Réd. au J.	Autorités.
1.	8,4	6.52.15,72	+5,96	+56.14.51,7	—15,8	A. G. Helsingfors, n° 4830.
2.	8,8	6.42.45,83	+6,08	+56.25.12,6	—14,4	A. G. Helsingfors, n° 4736.
2.	8,8	»	+6,10	»	—14,2	Id.
2.	8,8	»	+6,14	»	—14,0	Id.
3.	8,9	6.40.47,81	+6,16	+56.3.29,4	—13,4	A. G. Helsingfors, n° 4720.
4.	8,9	6.37.46,97	+6,21	+55.49.28,1	—12,4	A. G. Helsingfors, n° 4696.
5 ⁽¹⁾	8,5	6.24.27,02	+1,32	+54.51.39,0	—6,9	A. G. Helsingfors, n° 2530.

(¹) Équinoxe 1906,0.

★	Gr.	At moy. 1905.0.	Réd. au j.	(D) moy. 1905.0.	Réd. au j.	Autorités.
6.	7,7	6. 21. 24,63 ^{h m s}	+1,33 ^s	+54. 40. 9,8	— 6,4	A. G. Cambridge, n° 2510.
7.	8,4	6. 21. 24,20	+1,33	+54. 27. 5,8	— 6,3	A. G. Cambridge, n° 2511.
8.	6,1	6. 14. 7,82	+1,33	+53. 29. 47,2	— 5,1	A. G. Cambridge, n° 2476.
9.	7,4	6. 6. 29,28	+1,28	+52. 2. 16,2	— 3,5	A. G. Cambridge, n° 2451.
10.	9,3	6. 8. 10,70	+1,26	+51. 32. 43,2	— 3,5	A. G. Cambridge, n° 2455.
11.	8,5	8. 25. 46,78	+0,82	+30. 57. 37,8	— 9,6	A. G. Leyde, n° 3555.
12.	9,4	8. 16. 44,14	+0,93	+31. 31. 47,2	— 9,0	A. G. Leyde, n° 3498.
12.	9,4	"	+0,94	"	— 8,9	Id.
13.	8,8	8. 8. 59,04	+0,97	+31. 34. 47,1	— 8,5	A. G. Leyde, n° 3447.
14.	9,3	8. 50. 48,25	+0,87	+18. 19. 46,7	— 9,4	B. B., t. VI, n° 2084.
15.	9,1	8. 46. 7,89	+0,93	+18. 35. 24,1	— 9,5	A. G. Berlin, n° 3553.
16.	9,2	8. 39. 56,61	+0,96	+19. 13. 56,7	— 9,4	B. B., t. VI, n° 2093.
17.	7,7	8. 34. 33,17	+0,97	+19. 53. 6,4	— 9,2	A. G. Berlin A, n° 3456.
18.	8,7	8. 32. 9,23	+0,96	+20. 20. 29,0	— 9,0	A. G. Berlin B, n° 3452.
19.	8,9	11. 35. 37,35	+1,15	+11. 42. 58,8	— 8,1	A. G. Leipzig, n° 4359.
20.	8,7	11. 29. 42,04	+1,15	+12. 0. 7,7	— 8,1	A. G. Leipzig, n° 4332.
21.	8,8	11. 27. 11,53	+1,15	+12. 10. 20,7	— 7,8	A. G. Leipzig, n° 4319.
22.	9,0	11. 19. 55,57	+1,08	+12. 50. 30,6	— 6,9	A. G. Leipzig, n° 4286.
22.	9,0	"	+1,08	"	— 6,8	Id.
23.	8,1	11. 12. 48,55	+0,98	+12. 54. 49,8	— 6,0	A. G. Leipzig, n° 4253.
24.	7,2	11. 13. 26,92	+0,95	+12. 29. 59,1	— 5,8	A. G. Leipzig, n° 4255.
24.	7,2	"	+0,93	"	— 5,7	Id.
25.	8,8	11. 11. 53,33	+0,92	+12. 21. 22,1	— 5,7	A. G. Leipzig, n° 4249.

OBSERVATIONS DE PETITES PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (équatorial coudé de 0^m,318 d'ouverture);

PAR MM. RAMBAUD ET SY.

Dates.	T. m. d'Alger.	ΔR.	Δ(D).	N. de c.	R app.	log. f. p.	(D) app.	log f. p. ★
Fidés (37).								
1905.	h m s	m s			h m s			
Mai 10.	10. 11. 41	+0. 28,33	+ 8. 22,3	12. 12	14. 52. 39,98	1,278 n	—19. 36. 34,0	0,856
10.	10. 43. 55	+0. 26,91	+ 8. 26,9	12. 10	14. 52. 38,56	1,089 n	—19. 36. 29,4	0,862
11.	10. 7. 19	+0. 26,88	— 1. 6,5	12. 12	14. 51. 45,34	1,276 n	—19. 33. 8,5	0,856
11.	10. 41. 47	+0. 35,51	— 1. 2,0	12. 12	14. 51. 43,97	1,068 n	—19. 33. 4,0	0,862
12.	9. 18. 34	—0. 26,13	+ 2. 11,6	12. 12	14. 50. 52,34	1,438 n	—19. 29. 50,5	0,842
12.	9. 46. 32	—0. 27,08	+ 2. 15,6	12. 12	14. 50. 51,39	1,344 n	—19. 29. 46,5	0,851
13.	9. 25. 6	—1. 20,84	+ 5. 37,1	12. 10	14. 49. 57,64	1,403 n	—19. 26. 25,0	0,846
13.	9. 54. 47	—1. 21,81	+ 5. 41,9	12. 10	14. 49. 56,67	1,289 n	—19. 26. 20,2	0,854
23.	10. 19. 13	+1. 3,66	—11. 31,2	12. 10	14. 41. 20,46	2,611 n	—18. 51. 46,7	0,862
23.	11. 7. 7	+1. 2,05	—11. 24,2	12. 10	14. 41. 18,85	2,804	—18. 51. 39,7	0,861

les. T. m. d'Alger. ΔA. Δ(Δ). N. de c. R app. log f. p. (Δ) app. log f. p. ★ Obs.

Aglaja (47).

mes	h	m	s	m	s		h	m	s								
29.	10.12.57	-2.	6,23	-	0.39,7	15:10	16.21.50,31	1,366 n	-28.51.54,1	0,887	4	S					
29.	11. 4. 4	-2.	8,45	-	0.39,3	15:10	16.21.48,09	1,073 n	-28.51.53,7	0,901	4	R					
30.	8.58.29	-3.	1,17	+	0.24,7	15:10	16.20.55,38	1,565 n	-28.50.49,8	0,853	4	S					
30.	9.40.44	-3.	2,86	+	0.25,9	15:10	16.30.53,69	1,460 n	-28.50.48,6	0,876	4	R					
8.	9.12.54	-2.38,63	-	5.39,3	15:10	16.12.22,30	1,407 n	-28.36.31,3	0,882	5	S						
8.	10.17.52	-2.31,28	-	5.33,5	15:10	16.12.19,65	1,050 n	-28.36.25,5	0,900	5	R						
10.	8.48.21	-1.52,63	-	9.52,8	14:10	16.10.31,40	1,456 n	-28.32.34,4	0,875	6	S						
10.	9.26.49	-1.54,03	-	9.50,8	15:10	16.10.33,00	1,312 n	-28.32.32,4	0,890	6	R						
13.	9.16.50	-1. 0,82	-	0.29,7	13:10	16. 7.55	1,290 n	-28.25. 6	0,891	7	S						
13.	10.25.43	-1. 3,49	-	0.23,5	15:10	16. 7.52	2,573 n	-28.25. 5	0,903	7	R						

Siegna (386).

30.	10.48.47	-2. 1,17	+	3.14,4	15:10	15.57.39,65	2,894 n	+	7.41.27,0	0,632	8	S
30.	11.37. 5	-2. 2,65	+	3.17,5	15:10	15.57.38,17	2,345	+	7.41.30,1	0,631	8	S
8.	10.56.30	+1.54,87	+	5.21,7	15:10	15.51. 3,61	2,398	+	7.51.26,2	0,629	9	R
8.	11.28.35	+1.53,89	+	5.22,0	15:10	15.51. 2,63	2,961	+	7.51.26,5	0,631	9	S
11.	9.53.43	+0.34,54	+	4.43,1	12:12	15.49.43,29	2,894 n	+	7.50.48,0	0,630	9	R
11.	10.24.40	+0.33,28	+	4.41,2	12:12	15.49.42,03	2,147 n	+	7.50.46,1	0,629	9	S
15.	9.18.36	+1.38,38	+	0.59,7	15:10	15.46.31,84	1,047 n	+	7.47.37,1	0,632	10	S
15.	9.54.12	+1.37,55	+	0.56,5	15:10	15.46.31,01	2,581 n	+	7.47.33,9	0,630	10	R
16.	8.54.13	+1. 2,81	-	0.20,1	15:10	15.45.56,37	1,180 n	+	7.46.17,5	0,635	10	S
16.	9.16.45	+1. 2,23	-	0.20,9	15:10	15.45.55,69	1,026 n	+	7.46.16,7	0,632	10	P
22.	10.15.11	+0.22,49	-	9. 2,8	12:12	15.42.36,20	2,851	+	7.34. 8,0	0,634	11	R
22.	10.56.54	+0.21,69	-	9. 7,9	15:12	15.42.35,40	1,192	+	7.34. 2,9	0,638	11	S
23.	9.30.42	-0. 5,73	-	11.37,5	12:10	15.42. 7,97	2,094 n	+	7.31.33,3	0,633	12	S
23.	10.14.58	-0. 6,93	-	11.42,3	12:12	15.42. 6,77	2,901	+	7.31.28,5	0,635	12	R

Fortuna (19).

30.	9. 1.14	+0.19,33	+	7.53,9	12:12	18.18.56	1,523 n	-21. 2. 6	0,835	13	S
30.	9.46.32	+0.17,11	+	7.54,6	12:12	18.18.53	1,401 n	-21. 2. 6	0,853	13	R
1.	9.18.24	-0.43,98	+	7.41,5	12:12	18.17.52	1,470 n	-21. 2. 8	0,845	13	S
1.	9.48. 1	-0.45,37	+	7.40,9	12:12	18.17.21	1,379 n	-21. 2. 9	0,855	13	R
4.	8.58.34	-1.34,48	+	3.39,2	12:10	18.14.46,75	1,483 n	-21. 3.47,2	0,843	14	S
4.	9.32.43	-1.35,88	+	3.38,3	12:10	18.14.45,35	1,381 n	-21. 3.48,1	0,855	14	R

Hestia (46).

1.	10.58.32	-1.29,99	-	4.35,5	12: 8	18.42.33,35	1,158 n	-19. 5.17,9	0,858	15	R
1.	11.34.22	-1.31,77	-	4.38,3	14:12	18.42.31,57	2,827 n	-19. 5.20,6	0,862	15	S
4.	9.59. 2	-0.46,04	+	2. 8,4	17:12	18.39.37,19	1,370 n	-19. 8.30,1	0,847	16	R
4.	10.30.43	-0.47,41	+	2. 6,3	15:10	18.39.35,82	1,233 n	-19. 8.32,2	0,855	16	S
5.	9.35.19	-1.44,04	+	1. 1,7	15:10	18.38.39,20	1,460 n	-19. 9.36,7	0,838	16	R
5.	10. 2. 5	-1.45,20	+	1. 0,4	15:10	18.38.38,04	1,340 n	-19. 9.38,0	0,850	16	S

Dates. T. m. d'Alger. ΔR . $\Delta(D)$. N. dec. Rapp. log f. p. (D) app. log f. p. $\star$

Hermione (121).

1905.		h	m	s	m	s		h	m	s							
AOUT	2.	9.29.10			-2.50,81		+ 6.22,2	15:10	20.44.10,65			1,515 n	-27.10. 0,2	0,860	17		
	2.	10. 8.10			-2.52,23		+ 6.14,9	15:10	20.44. 9,23			1,400 n	-27.10. 7,5	0,878	17		
	4.	10.15.57			-0.19,89		+ 2.10,5	12:12	20.41.35,47			1,333 n	-27.18.10,3	0,884	18		
	5.	9. 3.49			-1. 4,27		- 1.32,0	16:12	20.41.51,10			1,541 n	-27.21.52,8	0,854	19		
	9.	9. 7.42			+0.30,00		- 6.51,0	13:12	20.38.46,70			1,486 n	-27.36.22,1	0,867	20		

Davida (511).

Nov.	4.	9.19.10			-0.37,05		+ 7.21,2	12:12	1.46.58,91			1,290 n	-14.24.59,1	0,828	21		
	4.	9.57.33			-0.38,30		+ 7.21,7	12:12	1.46.57,66			1,069 n	-14.24.58,6	0,834	21		
	6.	9. 2.19			+3. 5,86		- 2.24,2	10:10	1.45.29,01			1,321 n	-14.24. 2,5	0,826	22		
	6.	9.47. 1			+3. 4,50		- 2.22,2	10:10	1.45.27,65			1,078 n	-14.24. 0,5	0,834	22		
	7.	8.40.37			+2.23,86		- 1.22,4	10:10	1.44.47,01			1,383 n	-14.23. 0,8	0,822	22		
	7.	9.43.13			+2.22,01		- 1.18,8	10:10	1.44.45,11			1,072 n	-14.22.57,2	0,834	22		
	23.	10.18.58			-0.34,13		- 2.50,0	10:10	1.35.38,58			1,040 n	-13.30.13,4	0,829	23		
	23.	11. 5.41			-0.34,75		- 2.40,1	10:10	1.35.37,96			1,309	-13.30. 3,5	0,822	23		

Positions des étoiles de comparaison.

$\star$	Gr.	R moy. 1905,0.	Réd. auj.	(D) moy. 1905,0.	Réd. auj.	Autorités.
1.	9,0	14.52. 9,48	+2,17	-19.44.53,4	- 2,9	Cincinnati, IX, n° 2547.
2.	9,0	14.51.16,29	+2,17	-19.31.59,0	- 3,0	Weisse suppl., n° 11532.
2.	9,0	"	+2,18	"	- 3,1	Id.
2.	9,0	"	+2,19	"	- 3,1	Id.
3.	9,0	14.40.14,60	+2,19	-18.40.11,4	- 4,1	B. B., t. VI, Z. — 14,40 à — 18,31, n° 72.
4.	9,5	16.23.53,97	+2,57	-28.51.17,2	+ 2,8	C. zones de Cordoba, n° 1509.
4.	9,5	"	+2,58	"	+ 2,7	Id.
5.	9,0	16.14.48,28	+2,65	-28.30.53,5	+ 1,5	C. zones de Cordoba, n° 918.
6.	5,5	16.12.24,37	+2,66	-28.22.42,8	+ 1,2	C. gén. de Cordoba, n° 22078.
7.	9,9	16. 8.53,3	+2,67	-28.25. 1	+ 0,5	U. A. zones — 28, n° 11997.
8.	8,5	15.59.38,81	+2,01	+ 7.38.10,9	+ 1,7	A. G. Leipzig, II, n° 7179.
9.	9,7	15.49. 6,71	+2,03	+ 7.46. 0,8	+ 3,7	A. G. Leipzig, II, n° 7111.
9.	9,7	"	+2,04	"	+ 4,1	Id.
10.	8,5	15.44.51,43	+2,03	+ 7.46.32,9	+ 4,5	A. G. Leipzig, II, n° 7093.
10.	8,5	"	+2,03	"	+ 4,7	Id.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES. 341

Gr.	R moy. 1903,0.	Réd. au j.	Q moy. 1903,0.	Réd. au j.	Autorités.
9,0	15.42.11,70 ^{h m s}	+2,01 ^s	+ 7.43. 5,4	+ 5,4	A. G. Leipzig, II, n° 7085.
9,0	15.42.11,70	+2,00	+ 7.43. 5,4	+ 5,5	Id.
9,4	18.18.33	+2,67	-21.10. 7	+10,0	B. D. zone — 21, n° 4979.
9,4	"	+2,68	"	+10,0	Id.
9,0	18.16.18,52	+2,71	-21. 7.36,3	+ 9,9	A. Oeltzen, Z. — 21°, n° 18102.
8,7	18.44. 0,72	+2,62	-19. 0.53,9	+11,5	Cincinnati, IX, n° 3093.
8,9	18.40.20,57	+2,66	-19.10.49,8	+11,3	Weisse, II, n° 14692.
8,9	"	+2,67	"	+11,4	Id.
8,5	20.46.58,59	+2,87	-27.16.39,7	+17,3	C. zones, Cordoba, n° 1478.
8,5	20.42.52,46	+2,90	-27.20.37,8	+17,0	C. zones, Cordoba, n° 1342.
8,5	"	+2,91	"	+17,0	Id.
9,0	20.38.13,85	+2,94	-27.29.47,7	+16,6	O. A. zones — 27, n° 20777.
9,0	1.47.32,98	+2,98	-14.32.32,4	+12,1	Weisse, I, 1 ^h , n° 804.
7,6	1.42.20,18	+2,97	-14.21.50,2	+11,9	Radcliffe, n° 412.
7,6	"	+2,97	"	+11,8	Id.
8,9	1.36. 9,78	+2,93	-13.27.33,4	+10,0	Weisse, I, 1 ^h , n° 606.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BACKHOUSE (T.-W.). — OBSERVATIONS OF VARIABLE STARS, MADE IN THE YEARS 1866-1904. (*Publications of West Hendon house Observatory, Sunderland*, n° 3.)

Les étoiles variables que M. Backhouse s'est attaché à suivre avec une louable persévérance sont en général à longue période, peu régulières et de couleur rougeâtre. La plupart du temps les étoiles de comparaison sont blanches et cette circonstance commande, si l'on ne veut pas qu'il en résulte d'erreur systématique, des précautions spéciales qui n'ont pas été négligées. On a emprunté les grandeurs des étoiles de comparaison aux publications de Harvard College et à l'*Uranometria Argentina* de Gould. L'éclat de l'étoile variable et celui d'autres étoiles qui ont servi de degrés intermédiaires ont été estimés par la méthode d'Argelandér. Les diagrammes qui composent la seconde partie du volume suggèrent des formes extrêmement variées pour les courbes de lumière.

DIE SÄKULARBESCHLEUNIGUNG DES MONDES. (*Inaugural-Dissertation vorgelegt von Albert von Brunn, Göttingen, 1905.*)

On sait que l'attention des astronomes a été appelée sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune par les relations d'anciennes éclipses. M. von Brunn laisse de côté ce point de vue historique pour s'attacher aux valeurs théoriques, dont la première a été donnée par Laplace. Leur concordance laisse à désirer, bien que le débat élevé au milieu du siècle dernier entre Adams et Delaunay, d'une part; Le Verrier et Hansen, de l'autre, puisse être considéré comme définitivement tranché en faveur des premiers. M. von Brunn s'est proposé de calculer l'accélération séculaire par une voie différente, en utilisant les premiers résultats de la nouvelle théorie de la Lune due à M. Martin Brendel et qui, elle-même, a son origine dans les travaux de Gylden. L'intégration se fait successivement pour les termes de chaque degré suivant la marche adoptée par le Dr Hill. M. von Brunn s'arrête, pour le coefficient du carré du temps dans la longitude de la Lune, au chiffre $5'',9768$. On peut encore se contenter de la forme habituelle de l'accélération séculaire pour la comparaison avec les éclipses connues, mais l'avantage de la nouvelle forme deviendrait sensible si l'on devait considérer des intervalles de temps plus étendus.

AITKEN (R.-G.). — A CATALOGUE OF THE ORBITS OF VISUAL BINARY STARS. (*Lick Observatory Bulletin*, n° 84.)

Les nombreuses orbites que l'on a calculées d'après les observations d'étoiles doubles sont de valeur très inégale. Cette distinction n'est pas suffisamment marquée dans les recueils ordinairement consultés par les astronomes, tels que l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. Il peut arriver ainsi que, faute d'être avertis, des chercheurs consciencieux consomment beaucoup de temps et d'efforts dans des calculs stériles. M. Aitken a entrepris en conséquence une revision générale, comprenant la comparaison des éléments entre eux et avec les observations modernes. Le résultat de cette critique a été la division des orbites publiées en deux classes : la première seule, comprenant 53 objets, permet de faire un choix motivé pour les éléments et d'attribuer à ceux-ci une réelle valeur. M. Aitken explique dans des notes les motifs de sa décision et signale les couples que l'on peut espérer faire passer, dans un avenir prochain, de la seconde classe à la première.

P. P.

MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY,

VOL. LXV. N^{os} 6, 7, 8, 9.

Maunder (E.-W.). — Perturbations magnétiques enregistrées à l'Observatoire royal de Greenwich et leur association avec les taches solaires (p. 538).

Les études antérieures de l'auteur sur le même sujet (voir *Monthly Notices*, vol. LXV, p. 2-34) s'étendaient de l'année 1882 à l'année 1903. Les statistiques dressées par M. Ellis ont permis de formuler des conclusions analogues pour la période 1848-1881.

On a pu combler aussi quelques lacunes avec les enregistrements photographiques de l'Observatoire de Kew. Dans tout l'intervalle considéré les perturbations magnétiques montrent la même tendance à se répéter à des intervalles précisément égaux à la durée d'une rotation solaire. De plus certains méridiens du Soleil font preuve d'une activité spéciale et persistante, sujette toutefois à des éclipses. Leur degré de stabilité peut être comparé à celui des taches de Jupiter.

Turner (H.-H.). — Note complémentaire sur les erreurs instrumentales qui affectent les observations de la Lune : en réponse au mémoire de M. Cowell de juin 1904 (p. 559).

Cowell (P.-H.). — Réponse à la Note complémentaire du professeur Turner (p. 562).

Cowell (P.-H.). — Le coefficient du principal terme dans la latitude de la Lune (p. 564).

Plummer (H.-C.). — Note concernant la distribution des points sur une sphère, avec quelques remarques sur la détermination de l'apex du mouvement solaire (p. 565).

Si l'on admet qu'il existe, pour des points distribués sur une sphère, un plan de condensation, la recherche de ce plan se ramène à celle des moments principaux d'inertie du système des points, supposés de masses égales. Quand on veut suivre la même marche pour la détermination de l'apex solaire (c'est ainsi qu'a procédé le D^r Kobold), on trouve une difficulté pour tenir compte du sens des mouvements propres en même

temps que de leur grandeur. Le fait que la position conclue de l'apex solaire varie avec la marche suivie semble indiquer que les mouvements propres réels des étoiles se partagent entre plusieurs courants, sans que l'on soit fondé à rapporter le mouvement du Soleil à l'un de ces courants plutôt qu'aux autres.

La même interprétation dynamique peut être utilisée avec avantage pour la recherche des points radiants des météores.

Dyson (F.-W.) et Edney (D.-J.-R.). — Discussion des observations du satellite de Neptune, faites à l'Observatoire royal de Greenwich dans les années 1902, 1903, 1904 (p. 570).

Les observations utilisées sont déduites de photographies faites avec un réfracteur de 26 pouces et ont été publiées dans les *Monthly Notices*, vol. LXII, LXIII et LXIV. On a suivi pour la discussion la méthode exposée par M. H. Struve dans les *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Petersbourg*, 7^e série, t. XLIII, n° 4. Les éléments obtenus par Tisserand reçoivent des corrections importantes, surtout en ce qui concerne l'inclinaison du plan de l'orbite.

Downing (A.-M.-W.). — Réduction des ascensions droites du catalogue de Hong-Kong de 2120 étoiles australes pour l'époque 1900 au système d'étoiles fondamentales australes d'Auwers (p. 583).

Stanley Williams (A.). — Éléments révisés de UY Cygne (Ch. 7514) (p. 586).

Une première étude sur cette variable avait paru dans les *Monthly Notices*, vol. LXIII, p. 307. Les observations recueillies entre août 1902 et septembre 1904 ont paru justifier une détermination nouvelle. La période est évaluée à $13^h 27^m 25^s$.

Stanley Williams (A.). — Éléments révisés de Y Lyre (Ch. 6685) (p. 588).

La période, déduite de quatre années d'observation, est $12^h 3^m 53^s$. Le moment où l'étoile, dans son ascension rapide, devient égale à l'étoile de comparaison, se détermine avec plus de précision que le maximum.

Denning (W.-F.). — Valeur des radiants météoriques fondés sur trois trajectoires (p. 592).

Cette question a été traitée mathématiquement par M. Chapman

(*Monthly Notices*, vol. LXV, p. 238). L'expérience de M. Denning l'a conduit à penser que la parenté de trois météores doit, pour être admise, s'appuyer sur d'autres indices que la convergence approchée des trajectoires.

Conrady (A.-E.). — Sur la correction sphérique des objectifs (p. 594).

D'habitude, pour corriger l'aberration de sphéricité, on s'impose la condition que d'une part un groupe de rayons voisins de l'axe et de l'autre un groupe de rayons éloignés de l'axe rencontrent l'axe au même point. Mais il est encore plus important de s'assurer que les ondes concourantes sont dans une même phase de vibration. M. Conrady fait voir que ce résultat peut être obtenu en même temps que la correction de l'aberration chromatique. La pratique montre qu'une aberration géométrique de plusieurs secondes d'arc est parfaitement tolérée, pourvu que l'aberration physique, c'est-à-dire la différence de marche des ondes associées, n'excède pas un quart de longueur d'onde.

Newall (H.-F.). — Sur le plan général des spectrographes à joindre aux équatoriaux de grande ouverture, considérés principalement au point de vue des disques d'ondulation (p. 608).

Quand on rétrécit la fente d'un spectroscopie au delà d'une certaine limite, on cesse d'utiliser toute la puissance lumineuse de l'objectif, et l'on n'améliore plus la définition. Cela tient à ce que l'image d'une étoile est agrandie par l'agitation de l'atmosphère. M. Newall cite diverses expériences où cet agrandissement se manifeste, et en déduit une méthode pratique pour régler la fente d'un spectroscopie. Il suffit de faire tomber sur la fente la lumière d'une petite source éloignée, et de compter les bandes de diffraction formées sur l'objectif du collimateur. On suppose que, suivant l'usage, le rapport de l'ouverture à la distance focale soit le même pour le collimateur et pour le télescope. Il faut s'arranger pour que six à huit bandes de diffraction soient visibles, si l'on a en vue la spectroscopie des faibles étoiles.

Newall (H.-F.). — Description du spectrographe à quatre prismes attaché au réfracteur visuel de 25 pouces (télescope Newall), de l'Observatoire de Cambridge (p. 636).

Newall (H.-F.). — Vitesse suivant la ligne de visée. Étoiles choisies. Observatoire de Cambridge, II. 1903 (p. 651).

Les résultats se rapportent aux étoiles suivantes : α Bélier, α Persée, β Gémeaux, α Bouvier, β Ophiuchus, γ Aigle, ϵ Pégase, ϵ Lion, ϵ Vierge.

Nevill (E.). — Sur les coefficients de Hansen pour les inégalités de la longitude de la Lune (p. 658).

Les travaux de l'auteur, joints à ceux du professeur Brown, achèvent de prouver que les perturbations d'origine solaire du mouvement de la Lune, telles qu'elles ont été données en dernier lieu par Hansen, sont suffisamment exactes. Il faut chercher ailleurs, soit dans la figure de la Terre, soit dans l'action des planètes, l'origine des discordances entre la théorie et l'observation.

Observatoire Royal de Greenwich. — Distorsion dans les images photographiques obtenues avec l'objectif astrographique de 13 pouces (Communication de l'Astronome Royal) (p. 663).

Il arrive souvent, dans les photographies prises lors de l'opposition d'Eros, qu'une même étoile est visible près du bord d'une plaque et près du centre d'une autre. Les plaques étant réduites par la méthode employée pour le Catalogue astrographique, chaque coordonnée d'une étoile de repère donne un résidu, et la comparaison de ces résidus pour deux plaques fournit une indication sur la distorsion de l'objectif. Cet effet varie avec la grandeur de l'étoile et la durée de la pose, et rend peu recommandable l'emploi d'étoiles de repère situées à plus de 55' du centre de la plaque.

Maunder (E.-W.). — Perturbations magnétiques enregistrées à l'Observatoire Royal de Greenwich, et leur association avec les taches solaires (troisième Mémoire) (p. 666).

Les statistiques dressées d'après les observations de Greenwich de 1848 à 1903 montrent que les perturbations magnétiques débutent de préférence à certaines heures du jour et se manifestent de préférence à certaines époques de l'année. Il y a un maximum de printemps précédant un peu l'équinoxe, et un maximum d'automne venant un peu après l'équinoxe. Les troubles magnétiques d'une intensité exceptionnelle sont beaucoup moins que les autres sous l'influence du temps local.

Les observations de Toronto (1841-1871) suivent celles de Greenwich à 9 heures de distance et montrent tout aussi bien certains méridiens solaires comme actifs à l'exclusion des autres. La manière dont les observations ont été recueillies n'est nullement la plus propre à mettre en lumière de telles coïncidences, ce qui leur donne d'autant plus de valeur.

Hough (G.-W.). — Déterminations de longitude sur la planète Jupiter (p. 682).

La méthode micrométrique l'emporte sans le moindre doute, au point de vue de l'élimination de l'erreur accidentelle, sur l'estime du passage par le méridien central. La seconde méthode est de plus viciée par une équation personnelle de bissection, d'autant plus à craindre qu'elle est sujette à varier progressivement pendant plusieurs révolutions successives et qu'elle doit se ressentir des idées préconçues. Les discordances, même bien établies, devraient être attribuées à des changements dans la vitesse de rotation plutôt qu'à des mouvements propres des marques planétaires.

Downing (A.-M.-W.). — Les diamètres équatorial et polaire de Jupiter mesurés au cercle méridien de Greenwich, de 1880 à 1901 (p. 688).

Pour éviter diverses complications, on s'est servi seulement des observations faites entre 9^h et 15^h de temps moyen, et l'on a pris la valeur de l'aplatissement considérée comme la plus sûre, celle qui se déduit du mouvement des absides du 5^e satellite. Les résultats peuvent être présentés comme il suit :

Oppositions comprises.	Diamètre	
	équatorial.	polaire.
1880-1892.....	38,84	37,03
1893-1901.....	38,07	36,54
1880-1901.....	38,54	36,84

Molesworth (Major P.-B.). — Rapport sur les observations de Jupiter pour 1903-1904 (p. 691).

Les observations ont été faites à Trincomali (île de Ceylan), avec un télescope à miroir de 0^m,30 d'ouverture. Du 21 avril 1903 au 23 février 1904, on a utilisé 141 nuits et observé 5651 passages de détails du disque par le méridien central. On a fait aussi des mesures micrométriques de latitude (en général à la lumière du jour), des estimes d'éclat et de couleur, des remarques diverses sur les satellites.

L'aspect du disque a conduit M. Molesworth à le diviser par des parallèles en 17 zones. Il a été possible d'assigner à presque toutes des durées de rotation indépendantes, allant de 9^h50^m22^s à 9^h56^m2^s. Les maxima se présentent vers les tropiques, le minimum à l'équateur, des minima moins marqués aux pôles. Ces résultats s'accordent assez bien avec ceux de

MM. Denning et Phillips. La tache rouge se maintient sans changement : la bande tempérée Nord paraît s'être élevée progressivement en latitude. Beaucoup de taches ont en longitude des mouvements non uniformes, mais il n'a pas été possible d'en dégager la loi.

Le satellite II l'emporte sur les autres par son albedo ; à diverses reprises des marques ont été aperçues sur le disque du satellite III et la déformation des ombres des satellites vers la quadrature a été trouvée sensible. Pour une même distance à la planète un satellite paraît toujours plus brillant avant le passage qu'avant l'occultation. C'est l'indice de l'existence autour de Jupiter d'une atmosphère invisible, mais non absolument transparente.

Molesworth (Major P.-B.). — Exemple soupçonné d'un changement soudain sur Jupiter (p. 704).

Le phénomène en question (déchirure apparente dans la bande équatoriale sud), s'est produit dans l'espace de quelques minutes, le 17 décembre 1903.

Roberts (A.-W.). — Nouvelle Note sur la densité et l'aplatissement des étoiles doubles serrées (p. 706).

Ce travail complète une Note antérieure sur le même sujet (*Monthly Notices*, vol. LXIII, p. 527). Une courbe de lumière périodique, sans parties stationnaires, peut s'interpréter par les occultations alternatives de deux corps très rapprochés. Mais alors l'attraction mutuelle doit entraîner des changements profonds de forme et d'état physique. Si l'on prend comme figures des composantes des ellipsoïdes de révolution allongés, les aplatissements des sections principales peuvent être calculés d'après l'inspection de la courbe de lumière.

Considérant en particulier l'étoile V Petit-Renard, l'auteur trouve une densité excessivement faible, et un allongement de 0,37. Des exemples traités jusqu'ici il résulte que les composantes sont d'autant plus allongées que leur intervalle est moindre.

Espin (Rév. T.-E.). — Étoiles doubles nouvelles (p. 710).

Liste de 70 couples reconnus entre l'automne de 1904 et le printemps de 1905.

Hinks (A.-R.). — Sur la détermination des mouvements propres sans emploi de positions méridiennes (p. 713).

Les méthodes habituelles pour la détermination des mouvements

propres stellaires prêtent à de nombreuses objections. La photographie donne le moyen d'y échapper en rapportant chaque étoile brillante à un ensemble d'étoiles faibles, probablement très éloignées. Pour définir cet ensemble, il conviendrait de photographier une même région du ciel avec des instruments de puissance croissante, et de rapporter tous ces clichés à celui d'entre eux qui comporterait les mesures les plus exactes, sans viser à conclure des coordonnées absolues. Avec le temps on arriverait à éliminer toutes les étoiles animées d'un mouvement parallaxique sensible et à définir un plan galactique fondamental. M. Hinks explique comment le travail devrait être dirigé pour mettre en lumière, sans trop de délai, des résultats intéressants.

Ellis (W.). — Note sur l'inégalité annuelle dans la fréquence des perturbations magnétiques (p. 720).

Cowell (P.-H.). — La latitude observée de la Lune de 1847 à 1901 (p. 721).

Détermination empirique, d'après les observations méridiennes de Greenwich, des termes périodiques qui affectent la latitude de la Lune de plus de $0''$, 10. Les inégalités qui échappent à cette analyse ne dépassent pas $0''$, 05, ou embrassent une très longue période.

Cowell (P.-H.). — Sur les valeurs discordantes du principal coefficient elliptique dans la longitude de la Lune (p. 745).

L'origine de ces discordances est dans l'omission de termes à longue période, dus aux actions de Vénus et de Jupiter.

Observatoire Royal de Greenwich. — Note sur les variations diurnes du nadir et du niveau du cercle méridien (Communication de l'Astronome Royal) (p. 749).

Ball (Dr L. de). — Sur l'influence de la pression de la vapeur sur la réfraction (p. 750).

Les formules qui permettent de calculer la réfraction en ayant égard à l'humidité de l'air ont été données par M. Radau [*Essai sur les réfractions astronomiques (Annales de l'Observatoire de Paris, t. XIX)*]. Le Dr de Ball reproduit cette analyse en partant de données expérimentales différentes, et en fait l'application aux moyennes mensuelles obtenues à Munich et à Ottakring. Les distances zénithales calculées

sans que l'on ait tenu compte de la présence de la vapeur d'eau doivent être sensiblement trop petites en hiver, trop grandes en été.

Turner (H.-H.). — Sur la formule reliant les diamètres des images photographiques avec la grandeur stellaire (p. 755).

On sait que, d'après les travaux de Harvard College, les grandeurs visuelles généralement adoptées pour les étoiles doivent subir une correction systématique, de telle sorte que les chiffres 7,0 — 8,5 — 9,3 d'Argelander deviennent respectivement 7,0 — 8,6 — 9,9. Si l'on prend l'échelle d'Argelander, les plaques de la zone + 26° du *Catalogue astrophotographique*, prises à Oxford, donnent entre le diamètre D de l'image et la grandeur visuelle m une relation linéaire par rapport à ces deux quantités. Si l'on adopte l'échelle de Harvard, on trouve, ainsi que cela a été constaté à Greenwich, que la relation entre m et D est de la forme

$$m = a - n\sqrt{D},$$

où a et n sont des constantes pour une même plaque, mais varient d'une plaque à l'autre avec la sensibilité de la couche, le temps de pose, la transparence du ciel. D'autres causes de variation pour n se sont présentées à Oxford, comme le montre la comparaison des zones + 26° et + 31°. Il ne semble pas qu'on puisse en accuser le mode de développement, la hauteur ou l'ascension droite de l'étoile. On devrait plutôt suspecter une équation personnelle. Si l'on cherche en particulier l'influence du temps de pose sur a , on est amené à prendre

$$a = c + 2,0 \log T,$$

c étant indépendant du temps de pose. Il en résulte que l'on doit multiplier la pose par 3,16 (et non pas 2,51) pour obtenir une grandeur de plus. M. Turner examine diverses causes possibles de cette discordance entre les échelles visuelle et photographique, sans en trouver aucune bien sûrement indiquée. Enfin l'accord serait amélioré, pour les zones de Greenwich, si l'on complétait la formule écrite plus haut pour m par le terme $u(10 - \sqrt{d})$, où u désigne un facteur variable d'un jour à l'autre, d le rapport du diamètre de l'image à 0",15.

Hinks (A.-R.) et Russell (H.-N.). — Déterminations de parallaxes stellaires d'après les photographies faites à l'Observatoire de Cambridge (775).

Cet important travail, en cours d'exécution depuis deux ans sous le patronage de l'Institution Carnegie, commence à donner des résultats

précis et encourageants. On a renoncé, après mûre réflexion, à répéter les poses sur une même plaque à des époques différentes suivant le plan du professeur Kapteyn. Un écran coloré a été employé pour affaiblir toutes les étoiles plus brillantes que la sixième grandeur. Il a été trouvé avantageux, pour éviter les erreurs systématiques, de s'imposer les règles suivantes :

N'observer que près du méridien, malgré la diminution qui en résulte pour le facteur parallactique.

Veiller à ce que la lunette suive bien le mouvement diurne.

Espacer les poses sur une même plaque, pour échapper à l'influence de la déformation de la gélatine.

Faire les mesures dans deux orientations opposées de la plaque.

Mesurer une partie seulement des images dans chaque orientation et ne s'attacher à obtenir avec précision que la coordonnée x .

Choisir comme système fondamental le réseau d'une plaque et y réduire les autres épreuves de la même région, par la considération d'étoiles communes, distribuées sur toute l'étendue de la plaque.

Dès qu'une étoile manifeste un mouvement propre notable, l'abandonner comme étoile de comparaison et en faire le but d'une recherche particulière.

Les objets soumis à l'étude doivent être choisis d'une façon rationnelle. Il est désirable que certains d'entre eux soient adoptés en commun par tous les astronomes adonnés à ce genre de recherches.

Russell (H.-N.). — Les parallaxes de 21185 Lalande et λ Vierge, d'après les photographies prises à l'Observatoire de Cambridge (p. 787).

Applications de la méthode développée dans l'article précédent. Les parallaxes annuelles trouvées sont respectivement

$$0'',344 \pm 0'',013 \quad \text{et} \quad 0'',074 \pm 0'',022.$$

Plummer (W.-E.). — Le grand amas d'Hercule (p. 801).

Ce travail a pour base les mesures micrométriques d'une copie, faite à Oxford, d'une photographie prise par M. Kitchey avec le grand équatorial de l'observatoire Yerkes. Une pose de 4 heures, avec un écran jaune, a donné 2131 étoiles mesurables. Sur ce nombre 560 ont pu être identifiées dans une étude antérieure due au Dr Scheiner (*Abhandlungen der K. Preuss. Akademie zu Berlin*, 1892). Les écarts dépassent les erreurs probables d'observation et rendent vraisemblable l'hypothèse d'une déformation progressive de l'amas.

Il n'a pas paru possible d'établir une relation uniforme entre le diamètre photographique et l'intensité lumineuse, à moins de s'arrêter à la 1.^{re} grandeur, qui semble aussi marquer une limite pour la progression du nombre des étoiles. Les calculs entrepris par M. Plummer pour déterminer la densité de l'amas en fonction de la distance au centre donnent des résultats assez incertains. On se propose d'y revenir avec une plaque plus riche en étoiles.

Maunder (E.-W.) et Maunder (A.-S.-D.). — La période de la rotation solaire, d'après les mesures de taches faites à Greenwich de 1879 à 1901 (p. 813).

La discussion a porté sur deux cycles et 4700 groupes de taches, répartis en zones de 5° de largeur en latitude. Aucune détermination antérieure n'utilise un ensemble aussi important. Chaque fois on a considéré le centre de gravité du groupe, en laissant de côté les cas où le groupe pouvait ne pas être visible en entier. Ainsi que l'avait reconnu Carrington, le maximum de vitesse angulaire ne se rencontre pas sur l'équateur, mais à quelque distance au Nord. Un résultat moins prévu de la nouvelle recherche est de manifester, entre les vitesses de rotation des taches d'une même zone, des différences plus grandes qu'entre les moyennes de zones différentes. Pour les taches persistantes, le moyen mouvement angulaire sidéral à la latitude λ est représenté par la formule $866',6 - 128' \sin^2 \lambda$. Les formules plus compliquées proposées par Carrington et Spörer ne semblent pas offrir d'avantage.

VARIÉTÉS.

Nos lecteurs trouveront avec ce numéro un portrait du regretté PAUL HENRY. Nous rappelons qu'une Notice a été publiée dans le Volume de 1905 (T. XXII, p. 97).

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DES COORDONNÉES DANS LE MOUVEMENT ELLIPTIQUE AVEC LES NOTATIONS DE M. POINCARÉ;

PAR M. L. PICART.

A la fin du Chapitre III de ses *Leçons de Mécanique céleste*, M. Poincaré démontre qu'il est possible de développer les coordonnées x_1, x_2, x_3 d'une planète en séries ordonnées suivant les puissances des variables canoniques excentriques ou obliques ξ et η , et trouve les propriétés fondamentales de ces développements par des considérations de symétrie.

Les mêmes conditions se retrouvent pour étudier la forme du développement de la fonction perturbatrice, celle des éléments canoniques, celle des parties séculaires de ces éléments; il est donc très important de les introduire dès le début.

Toutefois, même en laissant de côté les applications futures, le calculateur peut avoir le désir de vérifier sur les développements eux-mêmes les propriétés dont il s'agit; j'ai essayé de faire ce calcul aussi simplement que possible, en respectant les notations de l'Ouvrage de M. Poincaré, auquel je renverrai constamment, ce qui m'évitera tout préliminaire sur les définitions.

Les coordonnées x_1, x_2, x_3 s'expriment par les formules suivantes (12 bis, p. 80) :

$$\begin{aligned}x_1 &= X \left[\cos^2 \frac{i}{2} \cos \lambda + \sin^2 \frac{i}{2} \cos(\lambda + 2\omega_2) \right], \\ &\quad - Y \left[\cos^2 \frac{i}{2} \sin \lambda + \sin^2 \frac{i}{2} \sin(\lambda + 2\omega_2) \right], \\ x_2 &= X \left[\cos^2 \frac{i}{2} \sin \lambda - \sin^2 \frac{i}{2} \sin(\lambda + 2\omega_2) \right] \\ &\quad + Y \left[\cos^2 \frac{i}{2} \cos \lambda - \sin^2 \frac{i}{2} \cos(\lambda + 2\omega_2) \right], \\ x_3 &= X \sin i \sin(\lambda + \omega_2) + Y \sin i \cos(\lambda + \omega_2).\end{aligned}$$

Remplaçons dans les deux premières $\cos^2 \frac{i}{2}$ par $1 - \sin^2 \frac{i}{2}$ afin

de séparer les termes qui ne dépendent pas de l'inclinaison; nous trouvons.

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} x_1 = X \cos \lambda - Y \sin \lambda - 2 \sin^2 \frac{i}{2} \sin^2 \omega_2 (X \cos \lambda - Y \sin \lambda) \\ \quad - 2 \sin^2 \frac{i}{2} \sin \omega_2 \cos \omega_2 (X \sin \lambda + Y \cos \lambda), \\ x_2 = X \sin \lambda + Y \cos \lambda - 2 \sin^2 \frac{i}{2} \sin \omega_2 \cos \omega_2 (X \cos \lambda - Y \sin \lambda) \\ \quad - 2 \sin^2 \frac{i}{2} \cos^2 \omega_2 (X \sin \lambda + Y \cos \lambda), \\ x_3 = \sin i \cos \omega_2 (X \sin \lambda + Y \cos \lambda) + \sin i \sin \omega_2 (X \cos \lambda - Y \sin \lambda). \end{array} \right.$$

La première question à résoudre est de développer les deux expressions

$$X \cos \lambda - Y \sin \lambda, \quad X \sin \lambda + Y \cos \lambda$$

suivant les puissances de

$$\xi_1 = \sqrt{2\rho_1} \cos \omega_1, \quad \eta_1 = \sqrt{2\rho_1} \sin \omega_1.$$

Des expressions de X et Y données à la page 82, on tire

$$\begin{aligned} \frac{X \cos \lambda - Y \sin \lambda}{a} &= \frac{1 + \sqrt{1 - e^2}}{2} \cos(u - l + \lambda) \\ &\quad + \frac{1 + \sqrt{1 - e^2}}{2e^2} e^2 \cos(u + l - \lambda) - e \cos(l - \lambda), \\ \frac{X \sin \lambda + Y \cos \lambda}{a} &= \frac{1 + \sqrt{1 - e^2}}{2} \sin(u - l + \lambda) \\ &\quad - \frac{1 - \sqrt{1 - e^2}}{2e^2} e^2 \sin(u + l - \lambda) + e \sin(l - \lambda). \end{aligned}$$

On a d'ailleurs

$$l - \lambda = \omega_1, \quad \rho_1 = L(1 - \sqrt{1 - e^2});$$

on en déduit

$$\begin{aligned} e^2 &= \frac{2\rho_1}{L} \left(1 - \frac{\rho_1}{2L}\right), \\ \frac{1 + \sqrt{1 - e^2}}{2} &= 1 - \frac{\rho_1}{2L}, \\ \frac{1 - \sqrt{1 - e^2}}{2e^2} &= \frac{1}{4} \frac{1}{1 - \frac{\rho_1}{2L}}, \end{aligned}$$

puis

$$e \cos \omega_1 = \frac{\xi_1}{\sqrt{L}} \sqrt{1 - \frac{\rho_1}{2L}}, \quad e \sin \omega_1 = \frac{\eta_1}{\sqrt{L}} \sqrt{1 - \frac{\rho_1}{2L}}.$$

Nous ordonnerons d'abord les développements suivant les puissances de

$$\alpha = e \cos \omega_1, \quad \beta = e \sin \omega_1.$$

Les variables u et l sont liées par l'équation de Képler, qui donne

$$(2) \quad u - l = e \cos \omega_1 \sin(u - \omega_1) + e \sin \omega_1 \cos(u - \omega_1).$$

Posons pour un instant

$$u - \omega_1 = u - l + \lambda = z;$$

cette équation devient

$$(3) \quad z = \lambda + \alpha \sin z + \beta \cos z;$$

α et β étant très petits, on peut tirer de cette équation le développement de z ou d'une fonction de z suivant les puissances de α et de β ; il suffit de généraliser la formule de Lagrange ainsi que Laplace l'avait déjà indiqué ⁽¹⁾; on obtient, $f'(z)$ désignant la dérivée de la fonction $f(z)$ qu'il s'agit de développer,

$$f(z) = f(\lambda) + \sum \frac{d^{m+p-1} [f'(\lambda) \sin^m \lambda \cos^p \lambda]}{d\lambda^{m+p-1}} \frac{\alpha^m \beta^p}{m! p!}.$$

Le signe Σ s'étend à toutes les valeurs entières et positives de m et de p , le cas où m et p seraient nuls tous deux excepté; on convient que $0!$ est égal à 1.

On aura ainsi

$$\cos z = \cos \lambda - \Sigma A \frac{\alpha^m \beta^p}{m! p!},$$

$$\sin z = \sin \lambda + \Sigma B \frac{\alpha^m \beta^p}{m! p!},$$

où l'on a posé

$$(4) \quad A = \frac{d^{m+p-1} (\sin^{m+1} \lambda \cos^p \lambda)}{d\lambda^{m+p-1}}, \quad B = \frac{d^{m+p-1} (\sin^m \lambda \cos^{p+1} \lambda)}{d\lambda^{m+p-1}}.$$

Les quantités $e^2 \cos(u + l - \lambda)$, $e^2 \sin(u + l - \lambda)$ qui figurent dans les expressions (2), se calculent aisément; on a en effet

$$e^2 \cos(u + l - \lambda) = e^2 \cos(z + 2\omega_1) = (\alpha^2 - \beta^2) \cos z - 2\alpha\beta \sin z,$$

$$e^2 \sin(u + l - \lambda) = e^2 \sin(z + 2\omega_1) = 2\alpha\beta \cos z + (\alpha^2 - \beta^2) \sin z.$$

⁽¹⁾ *Mécanique céleste*, t. I; pour une extension plus grande de la formule, consulter le *Cours d'Analyse* de M. Goursat, t. II, p. 202.

En portant ces expressions dans les formules (2) on obtient

$$(5) \left\{ \begin{aligned} \frac{X \cos \lambda - Y \sin \lambda}{a} &= -\alpha + \left(1 - \frac{\rho_1}{2L}\right) \left(\cos \lambda - \Sigma A \frac{\alpha^m \beta^p}{m! p!}\right) \\ &\quad + \frac{1}{L \left(1 - \frac{\rho_1}{2L}\right)} \Sigma \frac{\alpha^m \beta^p}{m! p!} [A(\alpha^2 - \beta^2) - 2B\alpha\beta], \\ \frac{X \sin \lambda + Y \cos \lambda}{a} &= \beta + \left(1 - \frac{\rho_1}{2L}\right) \left(\sin \lambda + \Sigma B \frac{\alpha^m \beta^p}{m! p!}\right) \\ &\quad - \frac{1}{L \left(1 - \frac{\rho_1}{2L}\right)} \Sigma \frac{\alpha^m \beta^p}{m! p!} [2A\alpha\beta + B(\alpha^2 - \beta^2)]. \end{aligned} \right.$$

Quand on remplacera dans ces formules α et β par $\frac{\xi_1}{\sqrt{L}} \sqrt{1 - \frac{\rho_1}{2L}}$ et $\frac{\eta_1}{\sqrt{L}} \sqrt{1 - \frac{\rho_1}{2L}}$, en développant les radicaux suivant les puissances de $\frac{\rho_1}{2} = \xi_1^2 + \eta_1^2$, on obtiendra les développements des premiers membres suivant les puissances de ξ_1 et η_1 ; dans ce calcul, que nous ne faisons qu'indiquer, n'interviennent que des puissances entières et positives de $\sqrt{1 - \frac{\rho_1}{2L}}$, puisque les dénominateurs des derniers termes disparaissent.

Il resterait à porter ces développements dans les équations (1). Comme l'on a

$$\sin \frac{i}{2} \cos \omega_2 = \frac{\xi_2}{2\sqrt{L - \rho_1}}, \quad \sin \frac{i}{2} \sin \omega_2 = \frac{\eta_2}{2\sqrt{L - \rho_1}},$$

on voit tout de suite que les deux premières coordonnées x_1 et x_2 contiendront seulement au second degré les variables obliques ξ_2 et η_2 .

Pour x_3 , le résultat est un peu moins simple; mettant $\cos \frac{i}{2}$ en facteur, on trouve une expression du premier degré en ξ_2 et η_2 , on a ensuite

$$\cos \frac{i}{2} = \sqrt{1 - \frac{\rho_2}{2(L - \rho_1)}},$$

expression qui se développe suivant les puissances de ρ_1 , et ρ_2 et, par suite, suivant les puissances paires des ξ et des η .

Ici nous avons surtout en vue les développements trigonomé-

triques des coordonnées. On pourrait, dans les formules (5), faire

$$\begin{aligned}\alpha &= e \cos \omega_1 \sqrt{\frac{2\rho_1}{L}} \sqrt{1 - \frac{\rho_1}{2L}} \cos \omega_1, \\ \beta &= e \sin \omega_1 \sqrt{\frac{2\rho_1}{L}} \sqrt{1 - \frac{\rho_1}{2L}} \sin \omega_1;\end{aligned}$$

puis remplacer les produits de lignes trigonométriques par des sommes. La démonstration de M. Poincaré (page 85) montre que, pour chaque terme, l'exposant de $\sqrt{\rho_1}$ est de même parité que le coefficient p_1 de ω_1 dans l'argument $p_0\lambda + p_1\omega_1 + h$, et que cet exposant est au moins égal à la valeur absolue de p_1 . Dans tous les arguments formés, la constante h est nulle, car A et B, développés en sommes trigonométriques, ne contiennent que les sinus ou les cosinus de multiples de λ . On verrait que le développement de $\frac{X \cos \lambda - Y \sin \lambda}{\alpha}$ ne contient que des cosinus, et celui de la seconde expression que des sinus; ceci résulte de ce que A est une fonction de λ dont la parité est la même que celle de l'exposant p de β , B une fonction de parité inverse; en effet, on a, d'après la première formule (4),

$$A = \frac{d^{m+p-1}(\sin^{m+1} \lambda \cos^p \lambda)}{d\lambda^{m+p-1}};$$

si l'on considère cette expression comme un quotient différentiel, qu'on change λ en $-\lambda$, le numérateur est multiplié par $(-1)^{m+1}$, le dénominateur par $(-1)^{m+p-1}$; A est donc multiplié par $(-1)^p$.

On aurait donc

$$(6) \quad \begin{cases} \frac{X \cos \lambda - Y \sin \lambda}{\alpha} = \Sigma C \cos(p_0\lambda + p_1\omega_1), \\ \frac{X \sin \lambda + Y \sin \lambda}{\alpha} = \Sigma D \sin(p_0\lambda + p_1\omega_1), \end{cases}$$

et l'on verrait, par le calcul même, que $C = \pm D$.

Mais il faudrait une étude approfondie des propriétés des coefficients A et B pour établir que, dans ces formules, la différence $p_0 - p_1$ est toujours égale à 1.

On arrive à ces résultats d'une façon bien simple en partant de l'équation (3) et y remplaçant α et β par $e \cos \omega_1$ et $e \sin \omega_1$. Cette équation devient alors

$$(7) \quad z = \lambda + e \sin(z + \omega_1).$$

La formule de Lagrange donne

$$\begin{aligned}\cos z &= \cos \lambda - \sum \frac{e^m}{m!} \frac{d^{m-1}}{d\lambda^{m-1}} [\sin \lambda \sin^m(\lambda + \omega_1)], \\ \sin z &= \sin \lambda + \sum \frac{e^m}{m!} \frac{d^{m-1}}{d\lambda^{m-1}} [\cos \lambda \sin^m(\lambda + \omega_1)].\end{aligned}$$

Les puissances de $\sin(\lambda + \omega_1)$ se développant suivant les lignes trigonométriques des multiples de $\lambda + \omega_1$, les arguments $p_0\lambda + p_1\omega_1$ des seconds membres seront tels que $p_0 - p_1 = \pm 1$. On vérifie bien aisément que, si l'on fait en sorte que l'on ait $p_0 - p_1 = +1$, les coefficients de e^m sont égaux dans les deux expressions, ce qui résulte d'ailleurs de ce que, dans la relation (6), on peut changer z en $\frac{\pi}{2} - z$, λ en $\frac{\pi}{2} - \lambda$, ω_1 en $\frac{\pi}{2} - \omega_1$ sans changer e .

Si l'on forme $\cos(z + 2\omega_1)$ et $-\sin(z + 2\omega_1)$ qui entrent avec les mêmes coefficients dans les formules (2), les mêmes propriétés subsistent, car on a

$$\begin{aligned}&\cos[p_0\lambda + (p_0 - 1)\omega_1] \cos 2\omega_1 - \sin[p_0\lambda + (p_0 - 1)\omega_1] \sin 2\omega_1 \\&= 2 \cos[-p_0\lambda - (p_0 + 1)\omega_1] \\&- \sin[p_0\lambda + (p_0 - 1)\omega_1] \cos 2\omega_1 - \cos[p_0\lambda + (p_0 - 1)\omega_1] \sin 2\omega_1 \\&= 2 \sin[-p_0\lambda - (p_0 + 1)\omega_1].\end{aligned}$$

Dans les formules (6), on aura donc

$$C = D, \quad p_0 - p_1 = 1.$$

Il faut maintenant substituer les développements (6) dans les formules (1). Dans les expressions de x_1 et x_2 interviennent, avec le même coefficient $\sin^2 \frac{i}{2}$, les deux combinaisons

$$\begin{aligned}&(X \cos \lambda - Y \sin \lambda) \cos 2\omega_2 - (X \sin \lambda + Y \cos \lambda) \sin 2\omega_2, \\&-(X \cos \lambda - Y \sin \lambda) \sin 2\omega_2 - (X \sin \lambda + Y \cos \lambda) \cos 2\omega_2.\end{aligned}$$

Un calcul tout semblable au précédent montre que, pour que le cosinus d'un argument donné ait dans la première le même coefficient que le sinus dans la seconde, il faut donner à ω_2 le coefficient -2 , l'argument final s'écrivant

$$-p_0\lambda - (p_0 - 1)\omega - 2\omega_2.$$

Dans l'expression de x_3 , l'argument général sera

$$p_0 + (p_0 - 1)\omega_1 + \omega_2.$$

On retrouve donc finalement les formules (14 bis) de M. Poin-

caré (p. 88); la différence $p_0 - p_1$ des coefficients de λ et ω_1 est égale à 1 lorsque le coefficient de ω_2 est 0 ou 1; elle est égale à -1 lorsque le coefficient de ω_2 est -2.

L'homogénéité apparaît d'une façon évidente : $\alpha, \beta, e, \cos \frac{i}{2}, \sin \frac{i}{2}$ ne contiennent que les rapports $\frac{\rho_1}{L}, \frac{\rho_2}{L}$; les expressions de x_1, x_2, x_3 contiennent donc a en facteur, indépendamment de ces rapports, et sont du second degré par rapport à $\frac{L}{m\sqrt{M}}, \frac{\rho}{m\sqrt{M}}$.

HÉLIOSCOPE POLARISEUR;

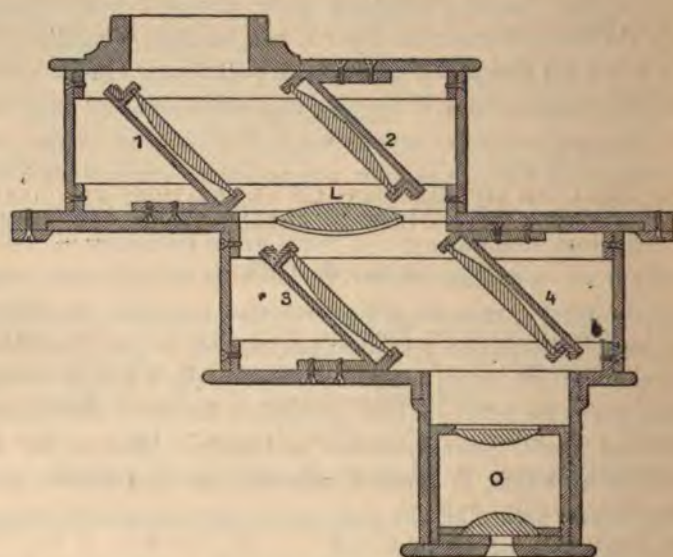
PAR M. S. CHEVALIER.

De tous les moyens imaginés pour observer commodément l'image du Soleil formée au foyer d'une lunette, le meilleur sans aucun doute est l'emploi d'un oculaire polariseur. Quelle que soit la forme de construction, il consiste essentiellement en un premier miroir fixe qui reçoit les rayons sortis de l'objectif un peu avant la formation de l'image et sous une incidence voisine de l'angle de polarisation. Ces rayons polarisés, partiellement du moins, par cette réflexion, sont renvoyés et reçus avant formation de l'image encore sur un deuxième miroir. Le plan de celui-ci peut tourner autour du rayon reçu, de telle sorte que son plan de réflexion puisse prendre toutes les positions par rapport au plan de réflexion du premier miroir, depuis le parallélisme jusqu'à l'angle droit. Si les deux plans de réflexion sont parallèles, les deux réflexions interviennent seules pour diminuer la lumière. Mais, si les deux plans font un angle, la lumière polarisée par la réflexion sur le premier miroir sera d'autant plus éteinte par la seconde réflexion que l'angle sera plus voisin de 30° .

Dans le modèle construit par Steinheil, pour l'Observatoire de Zô-sé, le premier miroir est remplacé par une paire de miroirs fixes 1 et 2, parallèles entre eux et inclinés à 45° (1) sur l'axe

(1) Cet angle, adopté par le constructeur, est loin de l'angle de polarisation; la lumière du Soleil ne peut donc être que partiellement polarisée. Aussi notre oculaire ne peut-il qu'affaiblir l'éclat des images du Soleil, non les éteindre, ce qui serait inutile. En diaphragmant l'objectif à 30^{cm} de diamètre, l'affaiblissement des images est toujours suffisant.

de la lunette. Les rayons réfléchis par le miroir 2, dans une direction parallèle à leur direction primitive, sont reçus sur une seconde paire de miroirs 3 et 4, parallèles entre eux, et également inclinés à 45° sur l'axe de la lunette. Cette seconde paire renvoie donc à nouveau les rayons dans une direction parallèle à l'axe de la lunette. Mais leur plan peut tourner autour d'un axe passant par les centres des miroirs 2 et 3, c'est-à-dire autour du rayon réfléchi par la première paire de miroirs. Le plan de réflexion de la seconde paire de miroirs peut donc être parallèle à celui de la première paire, comme dans la figure, ou faire un angle quelconque avec lui. Dans le premier cas l'éclat de l'image est adouci seulement par les réflexions. Dans le second cas l'éclat va en diminuant à mesure que l'angle approche de 90° .



L'inconvénient de ces oculaires polariseurs est l'allongement du tube de la lunette introduit par cette série de réflexions, et la suppression du micromètre qui en résulte. Cavalleri, inventeur de ces oculaires, remédiait au premier inconvénient en plaçant en avant du premier miroir une lentille divergente destinée à allonger la distance focale de la lunette.

La nécessité m'a conduit à imaginer un autre dispositif que je

ne trouve indiqué nulle part et qui me semble pouvoir rendre service à des astronomes. C'est pourquoi je crois utile de le signaler. Dans le modèle décrit ci-dessus j'ai introduit, entre les miroirs 2 et 3, une lentille à court foyer. Placée à une distance du micromètre qui est à peu près le double de sa distance focale, entre le polariseur et le polariscope, elle donne de l'autre côté de celui-ci une image réelle et du micromètre et de l'image du Soleil formée sur le micromètre par l'objectif de la lunette. C'est cette image redressée du Soleil que j'observe avec l'un des oculaires habituels de la lunette. L'image du micromètre se dessine naturellement en noir sur celle du Soleil. Il est aisé de voir que cette seconde image du Soleil sera plus petite, égale, ou plus grande que l'image première, selon que la distance de la lentille au micromètre sera plus grande, égale ou plus petite que le double de sa distance focale. Il est clair aussi qu'on pourrait remplacer la lentille simple par un système double qui serait probablement avantageux.

**SUR L'ÉQUATION DÉCIMALE DANS LES OBSERVATIONS MÉRIDIENNES
DE PASSAGES, ENREGISTRÉES AU CHRONOGAPHE IMPRIMANT ;**

PAR M. PAUL BRUCK.

I. La récente mise en fonction d'un chronographe imprimant de P. Gautier m'a donné occasion de rechercher si les observations des passages aux fils de la lunette méridienne notées par cet appareil sont affectées d'équation décimale. La question a été récemment agitée, les documents qui s'y rapportent peuvent donc offrir quelque intérêt.

Le micromètre étant muni de 30 fils horaires, il était facile d'arriver rapidement à une conclusion. Les observations ont eu lieu dans l'après-midi depuis le 6 mars jusqu'au 3 avril. Elles portent sur 21 étoiles horaires et sont au nombre de 59. Un certain nombre d'étoiles n'ont été prises qu'à 10 fils.

Voici les résultats :

Nombre d'observations de dixièmes.										Somme.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
158	141	157	138	150	143	163	162	147	166	1525

En ramenant à 1000 on obtient les nombres suivants :

	Dixièmes.									
	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Nombres	104	92	103	90	98	94	107	106	96	109

L'absence d'équation décimale dans les observations chronographiques est mise en évidence par ce dernier Tableau. Je puis même ajouter que ces nombres pourraient être encore bien plus voisins de 100, la moyenne théorique. Le nombre d'étoiles sur lequel j'ai opéré est restreint et il y en a parmi dont la déclinaison est telle qu'elles se présentent à chaque fil presque toujours avec le même dixième. C'est l'inconvénient, signalé il y a longtemps par M. Gonnessiat, des micromètres où les fils sont régulièrement espacés. Pour plusieurs de mes étoiles certains dixièmes sont forcément absents pendant un passage. Si le nombre des observations n'est pas grand il en résulte que certains dixièmes peuvent apparaître trop souvent sans qu'on en puisse conclure à l'existence d'une équation décimale. Ainsi dans mes observations, quand je m'arrête aux 1292 premiers dixièmes notés, en ramenant toujours à 1000, les dixièmes 0, 7 et 9 sortent respectivement 113, 115 et 113 fois sur 1000, le dixième 3 seulement 83 fois. En voyant comme les résultats convergent vers 100 à mesure que leur nombre augmente, on se fortifie dans la conviction qu'il n'existe ici aucune équation décimale.

C'est un avantage indéniable du chronographe. Je suis pourtant convaincu, quant à moi, qu'avec un peu d'attention on peut éliminer cette cause d'erreur des observations auriculaires. Dans le *Bulletin* de 1890 j'ai donné des nombres tirés de mes carnets où il ne semble pas qu'elle soit très forte. Mais enfin on y arrive ici du premier coup et sans étude.

II. Il est naturel de se demander si le chronographe donne des résultats comparables à ceux de l'oreille ou s'il existe entre eux une différence systématique. La réponse à cette question varie évidemment avec les observateurs. En ce qui me concerne la différence paraît nulle. J'ai expérimenté de deux façons : en observant une étoile au chronographe d'un côté du méridien, à l'oreille de l'autre côté ; ou bien en comparant les corrections de pendule données par deux séries d'étoiles observées les unes au chronographe, les autres à l'oreille. Voici les étoiles observées dans le premier cas.

On a calculé l'instant du passage au fil moyen d'après dix fils observés, soit avant soit après le méridien. On donne ci-dessous les secondes et centièmes de seconde du passage au fil moyen d'abord au chronographe puis à l'oreille :

Étoile.	Passage au fil moyen.	
	Chronographe.	Oreille.
ζ Persée.....	15,27	15,21
λ Taureau.....	30,43	30,43
γ Taureau.....	28,82	28,75
ε Taureau.....	9,85	9,85
α Taureau.....	33,86	33,82
π ¹ Orion.....	46,65	46,63
ζ Persée.....	15,10	15,12
λ Taureau.....	30,35	30,32
γ Taureau.....	28,69	28,74
ε Taureau.....	9,78	9,74
α Taureau.....	33,75	33,74
π ¹ Orion.....	46,56	46,59
α Baleine.....	23,60	23,59
α Persée.....	37,73	37,65
η Taureau.....	55,49	55,55
ζ Persée.....	15,03	15,03
λ Taureau.....	30,21	30,20

Dans le second cas, voici deux corrections de pendule obtenues dans une même soirée par les deux modes d'observation.

Le 28 mars, 7 étoiles prises au chronographe me donnent

$$C_p = -1^m 3^s, 10$$

et 4 étoiles à l'oreille donnent $C_p = -1^m 3^s, 12$.

Le 9 avril, 4 étoiles au chronographe et 4 étoiles à l'oreille donnent respectivement $C_p = -1^m 1^s, 64$ et $C' = -1^m 1^s, 67$.

Donc mon équation pour passer de l'un à l'autre des deux modes d'observer atteindrait à peine deux centièmes de seconde. Et ceci n'a pas seulement un intérêt personnel mais confirme le fait constaté autrefois par M. Wolf que l'oreille n'a aucun rôle dans l'équation personnelle. Celle-ci est due soit à une inertie de l'œil, soit à des habitudes contractées par l'observateur qui du reste ne sont pas nuisibles à condition d'être constantes.

Voici du reste une expérience faite précisément avec le chronographe à ce sujet. Mettant celui-ci en marche je donne un top en pressant sur la poire toutes les fois que le battement se fait

entendre, c'est-à-dire à chaque seconde ronde. En relevant les centièmes marqués sur la bande voici ce que je trouve :

Centièmes.													
95.	96.	97.	98.	99.	00.	01.	02.	03.	04.	05.	06.	07.	
Nombres	1	0	2	5	5	22	3	7	8	2	1	1	1

La prédominance du centième 0 qui devrait seul sortir si les tops étaient donnés avec une exactitude mathématique prouve qu'il n'y a point retard de l'oreille et de plus que la main obéit instantanément à l'impulsion du rythme perçu.

Le retard ou l'avance sont accidentels. Sous ce rapport l'oreille est un organe plus parfait que l'œil. Je puis ajouter qu'elle joue un certain rôle dans mes observations chronographiques, car je m'attache à entendre frapper le marteau imprimant juste au moment où l'étoile est bissectée par le fil. Cette habitude s'acquiert instantanément et garantit l'observateur contre les variations possibles.

En résumé le chronographe imprimant qui dispense de relever les bandes me paraît n'avoir que des avantages. J'ai omis de dire qu'au point de vue de la précision les séries à l'oreille et au chronographe sont parfaitement identiques. L'avantage est dans la rapidité, la moindre fatigue et la mise en main plus facile pour les débutants.

SUR UN DISPOSITIF POUR L'ÉTUDE DES NIVEAUX;

PAR P. BRUCK.

Les lunettes méridiennes ne sont pas pourvues d'appareils propres à l'étude des niveaux. On se contente ordinairement de placer la fiole sur un rais du cercle divisé qu'on fait osciller de part et d'autre de l'horizontale.

Il m'a paru plus pratique d'y employer la platine du micromètre. Les angles sont mesurés par un nadir en amenant chaque fois le fil mobile de déclinaison en coïncidence avec son image dans le bain de mercure. Pour placer la fiole du niveau il suffit de deux pièces de cuivre en forme de V qui se fixent par des vis de pression à l'aide de mâchoires embrassant deux bords opposés de la plaque du micromètre. On opère ainsi avec beaucoup de sûreté et surtout

très rapidement. Une feuille de papier suffit à protéger la fiole contre les sources d'échauffement.

J'ai même pu opérer en plein air, les trappes ouvertes. Car nous protégeons ici le bain de mercure du nadir contre le vent par un grand manchon cylindrique qui emboîte la cuvette et l'extrémité inférieure de la lunette. Dans ces conditions la bulle du niveau occupe une position très stable et les lectures sont très aisées.

Je viens d'étudier un niveau appartenant à une petite méridienne du Bureau des Longitudes qui a été utilisée en Espagne par M. Lebeuf, aux deux dernières éclipses de Soleil. Deux déterminations faites à deux jours différents m'ont donné 0^s,085 et 0^s,087 pour la valeur d'une partie de ce niveau.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY,

VOL. LXV. N^o 8, 9.

Molesworth (Major *P.-B.*). — Observations de Mars en 1903 (p. 825).

Les observations ont été faites à Trincomali (Ceylan), avec un réflecteur de 12 pouces $\frac{3}{4}$. En six mois on a pu faire 104 dessins avec des conditions atmosphériques en général excellentes. La concordance des six dessins donnés à titre d'exemple est, en effet, remarquable.

L'opposition n'a été réellement favorable que pour la calotte polaire boréale. Le centre de la tache polaire a été trouvé en coïncidence avec le pôle de rotation. Cette tache a paru se diviser, s'envelopper de brouillards et disparaître.

On a noté divers cas d'apparences crépusculaires, de projections hors du terminateur, de dédoublements. Dans l'opinion de l'auteur, la gémination ne porte que sur des bandes assez larges, dont les bords semblent, dans des conditions exceptionnelles, plus teintés que le milieu.

Les bandes tracées sur les continents se prolongent à travers les mers, mais y sont plus difficilement visibles. M. Molesworth énumère diverses

raisons qui lui font croire que la grande majorité des traits notés sur Mars correspond à des objets réels.

Williams (A.-S.). — Sur l'efficacité relative de différentes méthodes pour déterminer les longitudes sur Jupiter (p. 842).

Réponse à l'article précédemment cité du professeur Hough (*Monthly Notices*, Vol. LXV, p. 682).

Dyson (F.-W.) et Edney (D.-J.-R.). — Complément à la discussion des observations du satellite de Neptune, faites à Greenwich (p. 850).

Cette discussion a paru dans les *Monthly Notices*, Vol. LXV, p. 570.

Denning (F.-W.). — Les météores de la comète de Biela (p. 851).

L'essaim des Andromédides, qui suit le trajet de la comète de Biela, avec une période de 6,68 ans, a fait une apparition assez brillante malgré la pleine Lune, le 21 novembre 1904. D'après le professeur Abellmann, qui a tenu compte des perturbations exercées par Jupiter (*Astr. Nachr.*, n° 3516), la Terre aurait dû rencontrer cet essaim, plus près du noyau cométaire, vers le 17 novembre 1905. En comparant les intervalles des apparitions précédentes, on voit que l'essaim se disperse de plus en plus sur l'orbite.

Saunders (S.-A.). — La position la plus probable d'un point déterminé par les intersections de trois lignes droites (p. 854).

Ce problème se présente dans la recherche des radiants météoriques, et aussi dans la construction des cartes lunaires, quand on veut passer des points du premier ordre aux points du second ordre. On prend ordinairement le centre de gravité du triangle formé par les trois droites comme position probable du point de concours. M. Plummer montre qu'il sera ordinairement plus rationnel d'adopter le point de concours des symédianes, point qu'il est aisé de construire graphiquement.

Cooke (E.). — La prochaine organisation internationale. Une suggestion (p. 859).

L'achèvement prochain de la Carte photographique internationale laissera disponibles nombre d'instruments et d'observateurs. M. Cooke voudrait que l'on mit cette occasion à profit pour constituer deux Catalogues d'étoiles observées au méridien l'un s'écartant peu de la sixième

grandeur et offrant toutes les garanties possibles d'exactitude. L'autre, fondé sur le premier, serait fait par zones et donnerait en moyenne trois étoiles de repère par degré carré. Une entente générale serait utile pour éviter la déperdition des forces et les doubles emplois.

Cowell (P.-H.). — Sur les accélérations séculaires de la longitude et du nœud de la Lune (p. 861).

Cowell (P.-H.). — Sur la valeur des anciennes éclipses de Soleil (p. 867).

D'après une opinion émise récemment par M. Newcomb (*Astr. Nachr.*, n° 3682), les éclipses anciennes seraient trop incertaines pour autoriser un changement quelconque des éléments de la Lune, fixés par l'accord de la théorie et des observations modernes. M. Cowell estime au contraire que cinq éclipses, entre les années 1062 avant J.-C. et 197 après J.-C., sont bien attestées, et que la première exige un accroissement de l'accélération séculaire en longitude, évaluée provisoirement à 7".

Todd (Sir C.). — L'éclipse annulaire du 6 mars 1905, observée dans l'Australie du Sud (p. 869).

Nevill (E.). — Observations de Vesta, faites à l'Observatoire de Natal, à Durban (p. 871).

Innes (R.-T.-A.). — La grandeur de η Argo en 1905 (p. 872).

Aucun changement ne paraît s'être produit depuis 1896 dans l'éclat de cette étoile qui, on le sait, a varié dans le passé d'une manière très forte et irrégulière.

Crommelin (A.-C.-D.). — Éphéméride pour les observations physiques de la Lune pour 1906 (p. 872).

TRAVAUX PUBLIÉS EN APPENDICE.

Lockyer (J.-N.). et Baxandall (F.-E.). — Lignes renforcées du titanium, du fer et du chrome dans le spectre de Fraunhofer (p. 2).

Il a été constaté dans des recherches antérieures que les lignes renforcées, qui forment les spectres d'étincelles de certains métaux, domi-

nent dans les spectres de α Cygne et de la chromosphère solaire, et que, en général, les raies du spectre de Fraunhofer correspondent à des raies métalliques du spectre de l'arc. Il a paru utile de procéder à une nouvelle comparaison du spectre solaire avec les spectres photographiques d'étincelles données par le titaniuM, le fer et le chrome. Cette comparaison a donné les résultats suivants :

1° Les lignes renforcées du titaniuM et du fer sont à peu près toutes représentées dans le spectre de Fraunhofer, mais, dans certains cas, les lignes solaires correspondantes sont composées, et dues seulement en partie à l'un ou l'autre de ces métaux.

2° Les lignes solaires correspondantes sont, pour la plupart, relativement faibles.

3° La majorité des lignes renforcées du chrome se rencontrent dans le spectre, mais quelques-unes semblent manquer.

4° Quelques lignes de Fraunhofer correspondent à des lignes métalliques données par l'étincelle et non par l'arc, et c'est sans doute pour cette raison que Rowland ne leur a point assigné d'origine.

Lockyer (Sir N.) et Baxandall (F.-E.). — Le spectre de l'arc du scandium et sa relation avec les spectres célestes (p. 16).

Le spectre de ce rare élément semble avoir été, jusqu'à ce jour, imparfaitement étudié. Il est représenté dans les spectres stellaires, le plus souvent par une partie seulement de ses lignes. MM. Lockyer et Baxandall ont analysé à ce point de vue le Soleil, la chromosphère, les taches solaires. Les lignes reconnues, après discussion, comme véritablement propres au scandium, existent encore dans les étoiles du type de α Petite Ourse et γ Cygne, se réduisent à une dans le type de α Cygne, et manquent tout à fait dans les étoiles du type d'Orion.

Lockyer (Sir N.) et Baxandall (F.-E.). — La ligne stellaire voisine de λ 4686.

Cette ligne signalée dans divers spectres célestes n'a pas d'origine terrestre bien établie. Elle a été trouvée, mais peut-être seulement par accident, dans le spectre de l'hélium.

Lockyer (Sir N.) et Baxandall (F.-E.). — Note sur le spectre de μ Centaure.

Le professeur Pickering avait remarqué dans le spectre de μ Centaure plusieurs lignes brillantes, au sujet desquelles diverses hypothèses

avaient été faites. Il paraît établi que celles de ces raies qui ne sont pas dues à l'hydrogène sont des lignes renforcées du fer. Elles existent comme lignes brillantes dans le spectre des étoiles nouvelles à leur début, et comme lignes d'absorption dans le spectre de α Cygne.

P. P.

ASTRONOMICAL JOURNAL, N^{os} 573-583.

(Avril 1905 à avril 1906.)

Peck (H.-A.). — Orbite définitive de la comète 1903 III (n^o 573).

Les observations connues n'embrassent que cinq semaines. Toutes ont été faites dans l'hémisphère austral, et la plupart dans des conditions difficiles. Les éléments conclus sont, quoi que l'on fasse, assez incertains.

Parkhurst (J.-A.). — Maxima et minima de variables à longue période (n^o 573).

Les observations ont été faites, en général, par la méthode d'Argelanders et l'on a pris pour base le Catalogue de Potsdam. Il y a lieu de changer considérablement les périodes admises pour deux étoiles, 6894 S Lyre et 7269 SX Cygne.

Barnard (E.-E.). — Observations de la comète périodique de Brooks (n^o 573).

Williams (A. Stanley). — Notes sur quelques étoiles variables à longue période (n^o 573).

Schlesinger (F.). — Sur les erreurs systématiques dans la recherche des variations de latitude (n^o 574).

Les déterminations de latitude comportent, ainsi qu'on l'a souvent reconnu, des erreurs systématiques. Pour remonter à la source de ces erreurs, il est utile de savoir si elles affectent de la même manière deux séries simultanées faites dans des localités voisines, avec changement de l'observateur et de l'instrument. M. Schlesinger croit pouvoir répondre affirmativement, d'après l'étude de deux séries faites près d'Honolulu, en 1891-1892, par MM. Marcuse et Preston.

Doolittle (E.). — Les perturbations séculaires de Mars résultant de l'action de Saturne (n^o 574).

La méthode employée est celle de Gauss; les valeurs adoptées des

éléments ont été empruntées à l'ouvrage du Dr G.-W. Hill, *Nouvelle théorie de Jupiter et de Saturne*. On a comparé les valeurs obtenues, pour les variations séculaires des éléments, à celles de Le Verrier et de Newcomb.

Byrd (Mary-E.). — Observations de comètes, faites avec l'équatorial de 11 pouces à l'Observatoire du Collège Smith, Northampton, Mass. (n° 574).

Les comètes observées sont celles de Borrelly (1903 c), et de Encke (1904 b).

Rice (H.-L.) et Hammond (J.-C.). — Observations du satellite de Neptune à l'opposition de 1904-1905 (n° 574).

Doolittle (E.). — Les perturbations séculaires de la Terre (n° 574).

Ce travail complet, par l'étude de l'action de Neptune, les résultats donnés pour les autres planètes dans l'*Astronomical Journal*, n° 473, 493, 506, 518, 564 et 567.

King (T.-I.) et Hammond (J.-C.). — Observations des satellites de Jupiter en 1903 (n° 575).

On a constamment rapporté les satellites les uns aux autres, en distance et en angle de position.

Dinwiddie (W.-W.). — Observations de petites planètes, faites à l'équatorial de 26 pouces de l'U. S. Observatory (n° 575).

Les observations se rapportent aux planètes (57), (17), (170), (451), (32), (335), (432), (154), (208), (270), (65), (374).

Hammond (J.-C.). — Observations des comètes 1904 e (Borrelly) et 1905 a (Giacobini) (n° 575).

Rice (H.-L.). — Observations des satellites de Jupiter en 1904 (n° 575).

Whiteside (Ida). — Maxima de variables à longue période (n° 575).

Yendell (P.-S.). — Sur les variations de lumière de 2279 T Licorne (n° 576).

Cette étoile est connue comme variable depuis 1871, avec une période assez courte (27,012), mais la marche est moins régulière qu'il n'arrive d'ordinaire pour les étoiles de cette classe. Le maximum et le minimum paraissent flotter l'un et l'autre dans l'étendue d'une demi-grandeur : la durée de l'ascension est moitié moindre que celle de la décrue.

Parkhurst (J.-A.). — L'étoile variable Z Géméaux = 9, 1903 (n° 576).

Dix-huit observations, réunies de 1900 à 1905, paraissent montrer que cette étoile s'écarte actuellement très peu de la 12^e grandeur, mais qu'elle occupe l'emplacement d'une étoile notée 9,5 dans la *Bonner Durchmusterung*.

Parkhurst (H.-M.). — Note sur des étoiles variables n° 41 (n° 576).

Baker (R.-H.). — Observations de taches solaires, faites à l'observatoire de Amherst College (n° 576).

Porter (J.-G.) et De Lisle Stewart. — Observations de comètes, faites à l'observatoire de Cincinnati (n° 576).

Vingt-quatre des positions données se rapportent à la comète 1904 I, et cinq à la comète d'Encke.

Rice (H.-L.), Hammond (J.-C.) et Matt Frederickson. — Occultations d'étoiles par la Lune, observées à l'observatoire Naval, U. S. (n° 576).

Hill (G.-W.). — Intégrales du mouvement planétaire, utilisables pour une durée indéfinie (nos 577-578).

La théorie générale de telles expressions est aujourd'hui connue, mais dans l'application on se trouve entraîné à des calculs d'une longueur excessive. C'est ce qui est arrivé à Gylden quand il a voulu considérer à la fois les huit planètes principales. M. Hill s'attaque au problème restreint où Jupiter et Saturne sont supposés être seuls en présence du Soleil et circuler dans un même plan et où certaines constantes qui peuvent être empruntées à l'observation reçoivent des valeurs numériques. On passe ensuite de ce cas fictif à un cas plus voisin de la réalité par la méthode de la variation des constantes arbitraires.

Partant d'un système canonique, M. Hill fait plusieurs changements de variables successifs, de manière à exprimer tous les paramètres en fonction de la différence des longitudes des planètes fictives, différence qui elle-même sera déterminée en fonction du temps par une quadrature. L'un de ces changements de variables revient à celui de Gylden, et comporte une interprétation géométrique que l'on est surpris de ne pas trouver dans les écrits de l'astronome suédois. On considère la planète comme décrivant à chaque instant une ellipse dont le grand axe est constant, mais où l'excentricité et la ligne des apsides varient à chaque instant. Le choix du grand axe est fait de manière à réduire au minimum le déplacement du foyer qui n'est pas occupé par le Soleil.

Finalement M. Hill retrouve un système canonique à quatre variables, où les seconds membres peuvent être développés en séries numériques et intégrés par une série de transformations de Delaunay.

Hammond (J.-C.). — Observations de petites planètes, faites à l'Observatoire Naval U. S. (n^{os} 577-578).

Les planètes dont on a obtenu des positions portent les numéros :

(13), (103), (116), (130), (44), (415), (78), (51), (15), (362), 1905 P.S.,
(192), (117), (198), (42), (487), (122), (190), (163), (53), (345), (386),
(276), (470), (58).

Quimby (W.). — Observations de taches du Soleil, faites à Berwyn Penn (n^{os} 577-578).

Midzuhara (I.). — Détermination analytique de la règle pour combiner linéairement une série d'équations d'observations indirectes de telle sorte que les erreurs probables des quantités inconnues deviennent minima (n^o 579).

La marche à suivre, dans le cas dont il s'agit, a déjà été formulée par Todhunter et Glaisher. M. Midzuhara en donne une démonstration différente et signale incidemment un exemple remarquable de réduction d'un déterminant composé.

Baker (R.-H.). — Observations de taches du Soleil, faites à l'Observatoire de Amherst College (n^o 579).

Doolittle (E.). — Les perturbations séculaires de Mars par l'action de Mercure (n^o 579).

Les éléments des deux planètes ont été empruntés à l'ouvrage du Dr G.-W. Hill, *Nouvelle Théorie de Jupiter et de Saturne*. On a suivi pour le calcul des variations séculaires des éléments de Mercure la méthode de Gauss modifiée par le Dr Hill. La correction apportée par Newcomb à la variation séculaire de l'excentricité, donnée par Le Verrier, est confirmée.

Hall (A.). — Relation entre les anomalies vraies dans une parabole et dans une ellipse très excentrique ayant la même distance périhélie (n° 579).

Il s'agit d'évaluer la différence entre les anomalies qui répondent à une même époque, l'anomalie dans la parabole pouvant être facilement obtenue par les tables de Barker. M. Hall entre dans quelques détails sur les solutions déjà données par Thomas Simpson, Bessel, Gauss, Brünnow. Il a paru intéressant de reprendre la solution de Simpson, qui est la plus directe, mais n'a pas été poussée assez loin. Une application est faite à la comète de Halley.

Avery (A.-H.), Rickey (C.-S.) et Williams (W.-T.). — Observations de taches du Soleil, faites à l'Université de Boston (n° 579).

Barnard (E.-E.). — Observations du cinquième satellite de Jupiter, faites avec le réfracteur de 40 pouces en 1903 et 1904 (n° 580).

Les observations ont presque toujours été très difficiles. On s'est appliqué à réunir des données en vue de la recherche de l'inclinaison, pour laquelle les déterminations antérieures laissent à désirer.

Paddock (G.-F.). — Observations des satellites de Saturne, avec le réfracteur de 26 pouces de l'Observatoire Mac Cormick (n° 580).

Les satellites Rhea, Dione, Tethys ont été rapportés les uns aux autres en distance et en angle de position.

Sawyer (E.-F.). — Les météores de Biela en 1905 (n° 580).

L'apparition, attendue vers le 20 novembre, paraît avoir fait défaut. Il est probable que l'essaim, comme l'avait prévu M. Schulhof, a été dispersé ou dévié par l'action de Jupiter.

Lamson (Eleanor A.). — Éléments et éphéméride de la comète *b* 1905 Schaer (n° 580).

Stockwell (J.-N.). — Sur la théorie darwinienne de la genèse de la Lune et sur l'évolution par les marées (n° 581).

On sait que le professeur G.-H. Darwin a été conduit à penser que la Lune avait été détachée de la Terre par l'action combinée de la force centrifuge et des marées solaires, non pas sous la forme d'un anneau équatorial, mais sous la forme d'un fragment massif.

Admettant provisoirement cette origine, M. Stockwell se demande quelle doit être la distance moyenne d'un satellite à la planète dont il dépend pour qu'il ne soit point amené en collision avec elle sous l'influence de l'attraction solaire. Le cas le plus favorable au maintien de l'indépendance du satellite est celui où il décrit une orbite circulaire dans le plan de l'écliptique. On peut alors calculer la variation périodique du rayon vecteur, dépendant de la première puissance de la force perturbatrice. Cette variation atteint 2800^{km} si l'on suppose la Lune à sa distance actuelle de la Terre; elle se réduit à $1^{\text{m}},25$ si l'on place la Lune à une distance de 10500^{km} , avec une durée de révolution de 3 heures, ce qui se rapproche des conditions initiales de M. Darwin. L'opinion de M. Stockwell est qu'une telle variation du rayon vecteur suffirait pour rendre la collision inévitable dès la première révolution.

Il s'agit maintenant de savoir si, comme on l'admet généralement à la suite des travaux de J.-R. Mayer, Helmholtz, Ferrel, Delaunay, G.-H. Darwin, l'action lente des marées a pu augmenter dans une très forte proportion la durée du jour et la distance de la Lune à la Terre. M. Stockwell propose, pour s'en rendre compte, de substituer au bourrelet liquide soulevé par l'attraction de la Lune deux sphères de $16^{\text{km}},5$ de rayon, placées aux extrémités d'un même diamètre équatorial de la Terre, ce diamètre faisant un angle constant β avec le méridien de la Lune. Pour aucune valeur de β on ne trouve une accélération séculaire de la Lune qui concorde avec sa valeur actuelle. La conclusion légitime serait que l'artifice géométrique employé pour tenir compte de l'effet des marées est inefficace. M. Stockwell va beaucoup plus loin et déclare que toutes les théories où l'on entreprend d'expliquer la genèse de la Lune par l'intervention des marées manquent absolument de base.

En réalité le problème traité par M. Darwin et celui qu'a envisagé M. Stockwell sont tellement différents qu'aucune des solutions ne peut servir à contrôler l'autre. On sera frappé de ne voir figurer dans les calculs de M. Stockwell aucune force autre que l'attraction newtonienne. La viscosité, le frottement, les changements d'état ou de figure,

les phénomènes thermiques n'interviennent pas. Il nous semble bien difficile que l'on puisse se dispenser d'en tenir compte si l'on veut embrasser dans une même analyse l'état présent et un état ancien où la dimension des corps serait du même ordre que leur distance.

D'autres assertions encore, dans ce travail, commanderaient des réserves. Mais nous ne croyons pas utile d'y insister, l'article de M. Stockwell ayant fait l'objet d'une réponse très nette et, à notre avis, concluante de Sir G.-H. Darwin dans les n^{os} 584-585 de l'*Astronomical Journal*.

Rappelons seulement que, dans la théorie de Darwin, les marées océaniques ne jouent qu'un rôle négligeable et que le rôle principal appartient aux marées du fluide interne. C'est ce que M. Stockwell paraît avoir oublié.

Barnard (E.-E.). — Observations micrométriques du satellite de Neptune aux oppositions de 1903 et 1904 (n^o 581).

Hammond (J.-C.). — Observations des satellites de Saturne en 1905 (n^o 582).

Baker (R.-H.). — Phénomènes des satellites de Jupiter, observés à l'Observatoire de Amherst College (n^o 582).

Baker (R.-H.). — Observations de taches du Soleil, faites à l'Observatoire de Amherst College (n^o 582).

Quimby (A.-W.). — Observations de taches du Soleil, faites à Berwyn Penn (n^o 582).

Wilson (H.-C.). — Observations de la comète *b* 1905, faites à l'Observatoire Goodsell (n^o 582).

Hall (A.). — Note sur la théorie de la Lune de Pontécoulant (n^o 582).

Midzuhara (J.). — Théorie nouvelle des observations indirectes (n^o 583).

On sait que Gauss a fondé la méthode des moindres carrés sur le principe de la moyenne arithmétique. Ce principe ne peut être considéré

comme satisfaisant, car il est clair que, si le nombre des observations est petit, toutes les chances sont pour que la moyenne arithmétique s'écarte sensiblement de la vérité. De plus l'introduction de nouvelles inconnues hypothétiques ne devrait pas, comme il arrive avec la méthode des moindres carrés, diminuer toujours la somme des carrés des résidus. M. Midzuhara montre que l'on échappe à ces deux critiques en adoptant une nouvelle forme de la loi des erreurs. L'application de cette loi à deux exemples classiques fournit pour les inconnues à peu près les mêmes valeurs que la méthode des moindres carrés, mais s'écarte de celle-ci pour la fixation des erreurs probables.

Porter (I.-G.). — Observations de comètes, faites avec l'équatorial de 16 pouces de l'Observatoire de Cincinnati (n° 583).

Les comètes dont il a été obtenu des positions portent les dénominations : 1904 *I*, 1904 *e*, 1905 *a*, 1905 *b*.

Rice (H.-L.). — Observations de petites planètes et de comètes faites à l'Observatoire Naval U. S. (n° 583).

Il s'agit des planètes (2), (3), (172), de la comète d'Encke et de la comète 1905 *b* (Schaer).

Observatoire de Harvard College. — Observations, éléments et éphéméride de la comète *a* 1906 (Brooks) (n° 583).

Barnard (E.-E.). — Observations de la comète *a* 1906 (Brooks, janvier 26) (n° 583).

Lamson (Eleanor A.). — Éléments et éphéméride de la comète *a* 1906 (Brooks) (n° 583).

Peck (H.-A.). — Orbite définitive de la comète 1819 II (n° 584-585).

Cette comète est apparue très près du Soleil ou même devant le disque solaire, si l'on admet certaines observations contestées. M. Peck a passé en revue toutes les mesures connues dont un bon nombre ont été faites au méridien. Les perturbations ont été trouvées presque insensibles et le changement apporté aux éléments paraboliques de Hind est, en somme, peu considérable.

Darwin (Sir *G.-H.*). — La théorie du frottement des marées, d'après *M. Stockwell* (nos 584-585).

Réponse à l'article de *M. Stockwell*, mentionné plus haut. (*Astronomical Journal* n° 581).

Whiteside (*Ida*). — Maxima de variables à longue période (nos 584-585).

Hill (*G.-A.*). — Le mouvement propre de l'étoile *B. D + 38°, 3095*, nos 584-585.

Cette étoile possède un mouvement propre bien établi de $-0'',42$ en déclinaison, et l'on peut s'étonner qu'il n'ait pas été signalé plus tôt.

Morgan (*H.-R.*). — Éléments et éphéméride de la comète *a* 1906 (*Brooks*) (nos 584-585).

Morgan (*H.-R.*). — Mesures d'étoiles doubles faites avec l'équatorial de 12 pouces de l'Observatoire Morrison (nos 584-585).

Morgan (*H.-R.*). — Observations des comètes *b* et *c* 1905 (nos 584-585).

P. P.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

T. CXXXV (2^e semestre de 1902), nos 1-26.

Callandreau (*O.*). — Propriétés d'une certaine anomalie pouvant remplacer les anomalies déjà connues dans le calcul des perturbations des petites planètes (p. 8).

Lævy (*M.*) et *Puiseux* (*P.*) — Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire : observations suggérées par le cinquième et le sixième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris (p. 73).

Voir *Bull. astr.*, t. XIX, p. 369.

Deslandres (*H.*) — Méthode spectrale capable de fournir la loi de

rotation encore inconnue des planètes à faible éclat. Vérification de la méthode. Premiers résultats (p. 228).

En 1895 M. Deslandres a indiqué la méthode spectrale dite *de l'inclinaison*, qui décèle avec une précision notable la rotation des planètes brillantes, telles que Vénus, Jupiter, Saturne et ses anneaux.

Ici M. Deslandres montre que cette méthode peut, avec certaines modifications, être appliquée aux planètes d'éclat plus faible, telles qu'Uranus et Neptune. Un peu plus tard (p. 472) il a donné le résultat obtenu par Uranus : très probablement cette planète tourne dans le sens rétrograde, comme ses satellites.

Lockyer (Sir *Norman*) et *Lockyer* (*William*). — Variations solaires et météorologiques à courte période (p. 361).

Dans un précédent Mémoire (*Proc. Roy. Soc.*, t. LXVII, p. 409) les auteurs ont étudié la relation entre l'activité solaire et la pluie dans l'Inde. Ici ils étudient de même les relations entre l'activité solaire et la pression atmosphérique de la même région.

« On sait, disent-ils, que, dans l'Inde, les basses pressions dominent en été (avril à septembre) et les hautes pressions en hiver (octobre à mars). Ces dernières présentent des variations très remarquables et bien définies, avec un maximum qui revient en moyenne tous les 3 ans et demi, maximum suivi, dans les 6 mois qui viennent ensuite, par des pressions moins basses que de coutume. Donc, tous les trois ans et demi environ, la haute pression s'élève et la basse pression est moins basse. »

Si, en outre, on compare les pressions indiennes d'avril à septembre à celles de Cordoba, les courbes représentatives sont sensiblement inverses l'une de l'autre : on est comme en présence d'une balance.

D'ailleurs, d'autres recherches encore incomplètes montrent que d'autres aires très étendues de la surface du globe présentent, dans leur pression atmosphérique, des variations annuelles remarquablement similaires.

On peut donc penser que ces variations ne sont pas dues à des causes locales, mais à une action extraterrestre, probablement au Soleil. Et, en effet, une statistique des protubérances solaires montre que, outre les maxima et minima undécennaux, ces protubérances présentent des maxima et des minima secondaires ayant même période que les pressions dont on vient de parler.

Lockyer (Sir *Norman*). — La relation entre les protubérances solaires et le magnétisme terrestre. (p. 364).

En comparant la fréquence des protubérances visibles dans chaque latitude solaire avec celle des orages magnétiques, on trouve que les époques des grands orages sont aussi celles de la plus grande activité chromosphérique *près des pôles* du Soleil; en outre, la courbe générale d'activité magnétique terrestre est à peu près la même que celle des protubérances observées *près de l'équateur* solaire.

Andoyer (H.). — Sur l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la Lune (p. 432).

Expression analytique de la partie du coefficient de l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la Lune, qui ne dépend pas du rapport m des moyens mouvements du Soleil et de la Lune.

Baillaud (B.) et Montangerand. — Sur la surface focale principale de l'objectif de l'équatorial photographique de l'Observatoire de Toulouse (p. 449).

Deslandres (H.). — Organisation, à l'Observatoire de Meudon, des spectrographes automatiques dits *des vitesses*, qui enregistrent les mouvements radiaux et l'épaisseur de la chromosphère solaire (p. 500).

Guillaume (J.). — Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant les trois premiers trimestres de 1902 (p. 523, 674 et 887).

Leveau (Gustave). — Comparaison des Tables de Vesta avec les observations méridiennes faites de 1890 à 1900 (p. 525).

Callandreau (O.). — Sur quelques particularités de la théorie des étoiles filantes. Existence de points radiants stationnaires par 45° de latitude (p. 557).

Perrotin. — Sur les lueurs crépusculaires récentes (p. 724).

Observations de ces crépuscules et examen de diverses causes auxquelles on peut les attribuer.

Ocagne (Maurice d'). — Sur la résolution nomographique du triangle de position pour une latitude donnée (p. 728).

Baillaud (B.). — Étude sur le climat de Toulouse de 1863 à 1900 (p. 766).

Résumé d'une *Étude du climat de Toulouse* qui forme le Tome V des *Annales* de cet Observatoire. Voici les moyennes générales relatives aux divers mois de l'année.

	Baromètre.	Thermomètre.	Hygromètre.	Pluie.	Nombre de jours pluvieux.
	^{mm}	^o		^{mm}	
Janvier.....	747,6	4,9	88	45	10
Février.....	7,0	6,6	82	40	9
Mars.....	4,0	8,5	74	48	12
Avril.....	3,7	11,9	71	72	13
Mai.....	4,4	15,5	69	70	12
Juin.....	6,1	19,1	67	80	11
Juillet.....	6,4	21,7	63	41	8
Août.....	6,1	21,5	63	46	8
Septembre.....	6,4	18,7	69	47	9
Octobre.....	5,1	13,4	77	56	12
Novembre.....	5,9	8,7	85	50	11
Décembre.....	7,0	5,2	89	45	11
Année.....	745,81	12,96	74,6	623	125

Les vents dominants sont SE (autan), O et NO : ces trois directions moyennes sont à peu près d'égale fréquence, chacune d'elles se présente aussi souvent que l'ensemble des 5 autres directions de la rose des vents.

Collet (J.). — La pesanteur le long du parallèle moyen (p. 774 et 956).

Læwy (M.). — Sur les récentes publications émanant de l'Observatoire de Paris (p. 824).

Ces publications sont les suivantes :

1° *Catalogue stellaire* de l'Observatoire de Paris. C'est le dernier volume de chaque série, c'est-à-dire le Tome IV du *Catalogue* (18^a à 24^b) et le Tome IV des *Positions observées*, pour les mêmes heures d'ascension droite.

2° *Catalogue photographique*, 1^{er} volume, renfermant les coordonnées rectilignes de 64 264 étoiles comprises dans la zone de 2° de largeur ayant leur centre sur le parallèle de + 22°.

3° *Annales, Observations* de 1898.

4° *Annales, Mémoires*, Tome XXIII. Ce volume contient uniquement des recherches théoriques relatives, en majeure partie, à des questions

de Mécanique céleste. Les auteurs sont MM. Andoyer, Bigourdan, Callandreau, Lebeuf, J. Mascart.

5° *Bulletin du Comité international*, Tome III.

Lippmann (G.) — Sur la visée d'une surface de mercure éclairée par un faisceau de lumière horizontal (p. 831).

Arsonval (d') — Pendule de Foucault simplifié (p. 832).

M. Cannevel a construit un modèle très simple, très économique, mettant l'appareil à la portée du public et des écoles. La suspension est un fil d'acier de $\frac{3,5}{100}$ de millimètre de diamètre, pincé dans un bloc métallique.

Esclangon (E.) — Sur les récentes lueurs crépusculaires observées à Bordeaux (p. 846).

Leur disparition aurait été brusque; le soir elles auraient cessé le 2 novembre 1902; mais elles ont continué de paraître le matin.

Perrotin. — Vitesse de la lumière (p. 881).

Cette détermination a été faite par la méthode de la roue dentée de Fizeau, entre l'Observatoire de Nice et un point (le mont Vinaigre) situé à 46^{km}, de sorte que le rayon lumineux traversait, aller et retour, une couche d'air de 92^{km}.

Cette détermination, combinée avec celle qui avait déjà été faite antérieurement, a conduit à la valeur 299,88 pour la vitesse de la lumière, exprimée en milliers de kilomètres. L'incertitude ne dépasse pas 50^{km}.

Eginitis (D.) — Sur les crépuscules rouges observés à Athènes dans les mois d'octobre et de novembre 1902 (p. 1080).

La coïncidence de ce genre de crépuscules, trois fois de suite, en 1831, 1883 et 1902, avec les éruptions de la mer de Sicile, du Krakatoa et de la Martinique, semble venir à l'appui de l'hypothèse volcanique.

Mascart (Jean) — Perturbations indépendantes de l'excentricité (p. 1097).

Eginitis (D.) — Observations des Perséides, Léonides et Biérides, faites à Athènes en 1902 (p. 1308).

Prix d'Astronomie, décernés par l'Académie en 1902 :

Prix Lalande : M. Trépied ;

Prix Valz : M. Hartwig ;

Prix Damoiseau : M. Gaillot ;

Prix Janssen : M. de la Baume-Pluvinel.

Comète b 1902 (Perrine-Borrelly). — Observations par MM. Borrelly, Chofardet, Fabry et J. Guillaume.

Comète d 1902 (Giacobini). — Observations par MM. Bigourdan, Chofardet, Fayet, Rambaud, Salet et Sy.

Comète d 1902 (Giacobini). — Éléments, par M. Fayet.

G. B.

T. CXXXVI (1^{er} semestre de 1903), n^{os} 1-14.

Laussedat (Colonel). — De l'emploi du stéréoscope en Topographie et en Astronomie (p. 22).

Levi-Civita (T.). — Sur les trajectoires singulières du problème restreint des trois corps (p. 82).

Lippmann (G.). — Sur l'emploi d'un fil télégraphique pour l'inscription des tremblements de terre et la mesure de leur vitesse de propagation (p. 203).

Considérons trois stations A, B, C, séparées par des intervalles de plusieurs kilomètres, et reliées entre elles par un fil électrique : à la station de tête, en A, on placerait un avertisseur, et en B et C on installerait les divers appareils à inscription dont on veut faire usage.

L'avertisseur, fonctionnant au premier choc sismique parvenu en A, déclencherait en B et C tous les appareils inscripteurs, auxquels on pourrait donner de grandes vitesses ; et ce déclenchement se ferait, comme il est indispensable, avant l'arrivée du séisme en B et C.

Le même dispositif pourrait être utilisé pour la mesure de la vitesse de propagation du tremblement de terre.

Deslandres (H.). — Résultats principaux obtenus en 1902 sur les

vitesse radiales des étoiles. Causes d'erreur spéciales à ces recherches (p. 204).

Étude des étoiles θ Aigle, φ et ψ Persée.

Perrotin. — Sur les deux dernières comètes (p. 211).

Comète Giacobini (2 décembre 1902) et comète Tempel-Swift.

Levi-Civita (T.). — Condition du choc dans le problème restreint des trois corps (p. 221).

Guillaume (J.). — Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le 4^e trimestre de 1902 et le 1^{er} trimestre de 1903 (p. 290, 994).

Amann (Dom A.). — Sur une bande rectiligne de Jupiter, anormalement oblique à l'équateur, observée en décembre 1902 et janvier 1903 (p. 292).

Guillaume (Ch.-Ed.). — Nouvelles recherches sur la dilatation des aciers au nickel (p. 303, 356, 498).

Dans le cours de ses recherches, M. Guillaume a découvert un alliage se dilatant dix fois moins que le platine et un autre à dilatation négative extrêmement faible : un fil fait avec cet acier, et ayant 1^{km} de longueur, se contracterait de moins de 0^{mm},4 en passant de 0° à 20°. On comprend de quelle importance sont de tels alliages pour les mesures des bases en géodésie; aussi leur emploi s'est-il rapidement généralisé.

Egnell (Axel). — Sur la variation de la vitesse moyenne du vent dans la verticale (p. 358).

Mascart (Jean). — Perturbations indépendantes de l'excentricité; perturbations qui ne dépendent que de l'élongation, perturbations séculaires (p. 443, 543, 1045, 1181).

Montessus de Ballore (F. de). — Sur les anomalies de la pesanteur dans certaines régions instables (p. 705).

Dufour (Henri). — Sur la diminution de l'intensité du rayonnement solaire (p. 713).

L'intensité du rayonnement solaire, mesurée avec l'actinomètre Crova, a baissé d'environ 15 pour 100 dans les trois premiers mois de 1903 par rapport à la moyenne des mêmes mois de 1897 à 1902. Cela tient peut-être à des poussières flottant dans l'air et projetées dans l'atmosphère par la montagne Pelée, de la Martinique. En tout cas, l'intensité de la polarisation atmosphérique a diminué parallèlement de la même manière.

La Baume-Pluvinet (A. de). — Sur le spectre de la comète 1902 *b* (p. 743).

Ce spectre, obtenu avec un prisme objectif, a été photographié; il présente deux condensations très intenses indiquant que les radiations actiniques envoyées par la comète se réduisent essentiellement à deux, λ 472 et λ 389.

Fonvielle (W. de). — Hypothèse de J.-B. Biot pour expliquer la hauteur de l'atmosphère (p. 835).

Poincaré (H.). — Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur (p. 86).

Laisant. — Une propriété des orbites fermées correspondant à des forces centrales (p. 880).

G. B.

ERRATA.

L'analyse de l'Ouvrage de Julius Bauschinger intitulé : *Die Bahnbestimmung der Himmelskörper* a été signée par erreur de l'initiale L. Elle est due à M. P. Brück, de l'Observatoire de Besançon.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

OBSERVATIONS DE L'ÉCLIPSE ANNULAIRE DE SOLEIL DU 16-17 MARS 1904 A PNOM-PENH (CAMBODGE);

PAR M. N. DONITCH.

Ayant constaté que l'on peut photographier la chromosphère même un peu avant et un peu après la phase totale d'une éclipse de Soleil, M. de la Baume Pluvinel a essayé de l'obtenir pendant l'éclipse annulaire du 11 novembre 1901 qu'il observait au Caire.

Ce premier essai d'étudier l'atmosphère solaire pendant une éclipse de ce genre fut couronné d'un grand succès. Aussi l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Petersbourg partagea-t-elle l'opinion de M. Brédikhine sur la nécessité d'observer la prochaine éclipse annulaire qui devait avoir lieu en 1904.

Honoré de cette mission, je me suis rendu à Pnom-Penh, capitale du Cambodge, que j'avais choisi comme station d'observation.

Une rare pureté du ciel m'a permis de mener mes recherches à complète exécution (1).

But des observations et appareils. — Il était naturellement impossible d'obtenir, pendant cette éclipse, des images monochromatiques des enveloppes solaires à l'aide d'un prisme ou d'un réseau objectifs, car la plaque, à l'endroit même de la production de ces images, serait noircie par la lumière qu'enverrait le bord opposé du Soleil, non recouvert par la Lune. M. de la Baume a ouvert largement la fente d'un spectrographe à collimateur, et il y a introduit, à l'aide d'un condensateur, le mince croissant chromosphérique qui a apparu quelques secondes avant le deuxième contact. Il a obtenu ainsi un cliché comparable aux épreuves du spectre de la chromosphère que donne un spectrographe sans fente pendant une éclipse totale de Soleil. Les croissants les plus intenses sont attribuables au calcium et à l'hydrogène; mais, outre ces arcs, l'épreuve en révèle encore d'autres qui sont plus faibles.

Le but principal de mes recherches nouvelles était d'obtenir

(1) *Bull. de l'Ac. Imp. des Sc. de Saint-Petersbourg*, juin et septembre 1905.
Bulletin astronomique. T. XXIII. (Novembre 1906.)

des épreuves du spectre de la chromosphère par la méthode de la Baume Pluvinel.

En outre, il m'avait paru intéressant d'étudier le spectre des rayons de la photosphère rasant le bord de la Lune. J'ai fait cette observation oculairement. Cette recherche avait en vue de déceler, selon l'expression de M. Janssen, « quelques phénomènes d'absorption attribuables à la présence d'une atmosphère lunaire, même très rare ».

Enfin, j'avais l'intention de faire inscrire, pendant l'éclipse, l'abaissement de la température de l'air.

Un cœlostat système Lippmann (miroir de Zeiss, $60^{\text{mm}} \times 80^{\text{mm}}$) alimentait une lunette, munie d'un spectrographe, placée horizontalement, sur des piliers en briques (objectif photographique de Steinheil, diamètre du diaphragme égal à 38^{mm} , $f = 1640^{\text{mm}}$). La longueur du spectre de la ligne D à la ligne H était de 49^{mm} (l'objectif du collimateur, à deux lentilles, $a = 57^{\text{mm}}$, $f = 880^{\text{mm}}$, et l'objectif de la chambre, à trois lentilles, $a = 61^{\text{mm}}$, $f = 273^{\text{mm}}$, avaient été fournis par M. R. Mailhat, à Paris; le système dispersant se composait d'un prisme de Rutherford). Pour les observations visuelles du spectre j'avais deux oculaires orthoscopes de Zeiss ($f = 25^{\text{mm}}$, $f = 12^{\text{mm}}$, 5). Enfin, je disposais d'un thermomètre Alvergnyat.

Choix de la station d'observation. — La zone de la phase annulaire traversait la presqu'île de Malacca, et, en Indo-Chine française, le Cambodge et l'Annam.

Les conditions astronomiques d'observation étaient pour tous ces pays à peu près les mêmes, très favorables pour tous, mais au point de vue des conditions météorologiques le pays préférable semblait être le Cambodge : l'éclipse devait avoir lieu pendant la saison sèche, quand le ciel du Cambodge est presque toujours serein.

Par un heureux hasard, la capitale du Cambodge, Pnom-Penh, non seulement se trouvait dans la zone même de la phase annulaire, mais était située non loin de la ligne centrale de l'éclipse. On ne pouvait mieux espérer, et j'ai choisi Pnom-Penh.

Observations de l'éclipse. — Il était impossible d'obtenir un spectre net en même temps pour toute la région en observation (D — H). Pour ce motif, j'ai dû la diviser en deux parties (de la

ligne D à la ligne $\lambda 421^{m\mu}, 57$, et de cette ligne jusqu'à l'extrémité violette du spectre lumineux). Pour la photographie de la première partie, au commencement de la phase annulaire, j'ai employé une plaque Lumière sensible au jaune et au vert (cl. n° 22); l'épreuve de la seconde partie a été prise à la fin de cette phase, sur une plaque Lumière, étiquette bleue (cl. n° 23; ce sont les numéros des clichés de ma collection scientifique personnelle). La pose de chacune était de 5-6 secondes environ.

Aussitôt ces épreuves obtenues, je me suis livré à l'étude des rayons solaires rasant le bord de la Lune.

Les indications de mon thermomètre pendant l'éclipse ont été inscrites par M. Tessarech, Administrateur des services civils, et par M. Doucet.

Spectre de l'atmosphère solaire (résultats de l'étude des clichés n° 22 et 23).

Chacune de ces épreuves reproduit quatre spectres. Celui du ciel au voisinage du Soleil est le plus large. Dans la région lumineuse les lignes de Fraunhofer manquent complètement, mais il est possible d'en voir des traces diffuses dans la partie ultraviolette. Ce spectre en recouvre trois autres dont deux sont dus à la lumière venant de l'extrême bord solaire, et sont sillonnés, par contre, d'un très grand nombre de lignes d'absorption. Enfin, on aperçoit, entre ces spectres, des couches monochromatiques des enveloppes solaires sous forme de croissants d'intensité différente.

C'est sur l'épreuve obtenue au commencement de la phase annulaire (cl. n° 22) que ces arcs sont les plus nombreux. Sur le cliché n° 23 il y en a peu; j'ai réussi à les identifier avec les lignes connues du spectre de la chromosphère, sans mesurer l'épreuve.

Chaque mesure du cliché n° 22 a été faite quatre fois. Les moyennes de ces mesures prises, j'ai déterminé les longueurs des ondes lumineuses des arcs chromosphériques d'après la formule

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{c}{n - n_0},$$

où λ et n sont les coordonnées courantes, et λ_0 , c et n_0 les constantes que l'on détermine à l'aide de trois lignes prises comme

fondamentales. Comme les croissants chromosphériques manquent dans la région $D_3 - b_1$ de l'épreuve, j'ai pris pour arc fondamental du côté orange du spectre l'arc b_1 . Les deux autres étaient H_β et $\lambda 421^{\mu\mu}, 57$.

Les résultats de l'étude du cliché n° 22 sont les suivants :

INTENSITÉ.	NETTETÉ du bord intérieur.	NOMS des lignes	λ .	PROBABLE origine.	REMARQUES.
1	2	D_3	587,60	He	Arc à peine visible et mesurable difficilement.
1	2	b_1	518,38	Mg	
1	1	b_2	517,25	Mg	
1	1	b_3, b_4	516,76	Fe, Ni, Mg	
1	1		492,55	Fe	Arc large.
3	3	H_β	486,15	H	
1	1		(457,28)	Ti	Arc difforme.
1	1		456,58	Ti	
1	2		453,57	Fe	
1	1		447,12	He	Arc probablement double; les mesures se rapportent au composant orange.
1	1		444,42	(Fe, Ti)	
1	1		439,37	Fe	
1	1		(438,65)	(Ca, Ce, Fe)	Arc probablement double; les mesures se rapportent au composant orange.
1	1		437,57	Fe, E	
1	1		437,12		Arc à peine visible.
1	1		436,76		Arc difforme.
1	1		436,05		
1	2		435,26	Cr	
3	3	H	434,07	H	
1	1		(433,43)		Entre cet arc et le suivant est à peine visible encore un arc à contours très peu nets.
1	1		432,58		Entre cet arc et le suivant se trouve un arc difforme.
1	1		431,50		Entre cet arc et le suivant est encore un arc à peine visible.
1	1		430,33		Arc probablement double ou peut-être multiple; les mesures se rapportent au composant orange.
1	1		429,46		Arc probablement double; les mesures se rapportent au composant ultra-violet.
1	1		429,06		
1	1		427,54		Entre cet arc et le suivant sont visibles plusieurs arcs difformes.
1	1		424,71		
1	1		423,37	Fe, Ca	
1	1		22,68	(Ca)	Cet arc est large et son intensité diminue graduellement avec l'éloignement du disque du point considéré.
2	2		421,57	Sr	

J'ajoute les croissants chromosphériques qui sont reproduits nettement sur le cliché n° 3.

INTENSITÉ.	NETTETÉ du bord intérieur.	NOMS des lignes.	λ .	PROBABLE origine.	REMARQUES.
3	3	H _{γ}	434,97	H	Entre ces arcs on soupçonne l'arc 422,68.
1	1		421,57	Sr	
3	3	H _{δ}	410,19	H	
1	3		407,79	Ca	
3	2	H _{ϵ}	397,63	H	Ils sont plus intenses que tous les autres arcs.
3	2	H	396,86	Ca	
3	1	K	393,38	Ca	

L'intensité et la netteté ont été appréciées d'après trois graduations.

Les λ 587 $\mu\mu$, 60, 518 $\mu\mu$, 38, 486 $\mu\mu$, 15, 421 $\mu\mu$, 57, dans le premier Tableau, et tous les λ du second sont réduits aux données numériques de Rowland.

Je dois dire que je n'ai pas pris en considération, dans le calcul des λ , la rotation du Soleil, car la différence du déplacement des arcs fondamentaux extrêmes produit par cette rotation s'est trouvée considérablement inférieure non seulement à l'erreur probable de chaque mesure isolée, mais encore à celle de la moyenne des quatre mesures.

Les données douteuses sont entre parenthèses.

En étudiant les clichés n° 22 et n° 23, je les comparais, en même temps, aux épreuves du spectre de l'atmosphère entière du Soleil que j'avais prises antérieurement à l'aide de spectrographes à prisme objectif durant les éclipses totales de cet astre. J'en avais deux. La première (cl. n° 3) a été obtenue pendant l'éclipse du 28 mai 1900 que j'ai observée à Elche (près d'Alicante, Espagne); la seconde (cl. n° 4, II), le 18 mai 1901, pendant l'éclipse de durée exceptionnelle pour l'observation de laquelle j'e m'étais rendu à Padang, capitale de Sumatra.

L'étude comparée de ces deux épreuves a déjà été faite par moi antérieurement ⁽¹⁾ et a donné lieu de croire que la région lumi-

(1) N. DONITCH, *Sur l'état des enveloppes du Soleil à l'époque du dernier minimum de son activité* (Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Petersbourg, mars 1903).

neuse du spectre de la chromosphère, de la ligne D attribuable au sodium jusqu'à la ligne K attribuable au calcium, n'a pas varié d'une de ces éclipses à l'autre.

Or, il est à noter que les deux phénomènes se sont produits pendant le minimum de l'activité solaire. Depuis cette époque elle a commencé à augmenter, et, vers l'éclipse du 17 mars de l'année passée, elle a presque atteint son maximum.

Les observations précédentes, des autres astronomes, font admettre que le spectre de la chromosphère ne varie pas avec l'intensité de l'activité solaire. La comparaison des clichés n° 3, n° 4, II, n° 22 et n° 23, exécutée dans les moindres détails, justifie cette supposition, du moins pour les limites indiquées du spectre, car la différence de leur aspect s'explique parfaitement, dans chaque cas particulier, par la différence des conditions dans lesquelles ces épreuves avaient été obtenues.

Une exception à la règle précédente a été constatée avec certitude.

Sur les épreuves n° 3 et n° 4, II, le croissant chromosphérique attribuable au calcium $\lambda 422^{\mu\mu}, 689$ (longueur d'onde de Rowland) est considérablement plus mince que, par exemple, les croissants $H\beta$ et $H\gamma$ dus à l'hydrogène. Par contre, sur le cliché n° 22, ce même arc (l'identité paraît indiscutable) est incomparablement plus large que tous les autres, et reproduit, comme je l'ai signalé plus haut, une atmosphère monochromatique dont l'intensité diminue graduellement avec l'éloignement du disque du point considéré.

Sir Norman Lockyer, dans son travail *Recent and coming eclipses*, affirme que, pendant la grande activité solaire, dans la région lumineuse du spectre continu de la couronne paraissent trois lignes intenses $\lambda 530^{\mu\mu}, 37$, $\lambda 423^{\mu\mu}, 13$ et $\lambda 398^{\mu\mu}, 74$.

A en juger d'après les longueurs d'onde, la seconde ligne se trouve dans le voisinage du croissant $\lambda 422^{\mu\mu}, 689$, mais je suis porté à croire que c'est la même radiation de l'atmosphère du Soleil, d'intensité variable.

Il me semblait d'un intérêt capital de retrouver sur mes nouvelles épreuves les images de l'atmosphère solaire correspondant aux deux autres lignes *coronales*, mais la tentative d'y reconnaître leurs moindres traces n'a donné qu'un résultat négatif. *

Spectre des rayons de la photosphère rasant le bord lunaire. — J'ai eu le temps d'examiner le spectre en question en dirigeant la fente sur les différentes parties du bord lunaire projetées sur le Soleil; et je puis affirmer avec certitude que je n'ai vu aucun changement dans ce spectre.

Température de l'air pendant l'éclipse. — La veille et le lendemain de l'éclipse le Ciel a été, dans la journée, presque aussi serein que le jour du phénomène. J'ai mesuré, aux heures de l'éclipse, la température de l'air pendant ces trois jours.

L'abaissement de la température a été appréciable pendant 2 heures 30 minutes. Le maximum de cet abaissement a été de 3°.

OBSERVATIONS DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE SOLEIL DU 29-30 AOUT 1905;

PAR M. N. DONITCH.

Le 29-30 août 1905 avait lieu une éclipse totale de Soleil. La zone de la totalité traversait l'Amérique du Nord, la péninsule Ibérique, le nord de l'Afrique et l'Arabie. L'Académie impériale des Sciences de Saint-Petersbourg avait organisé pour l'observation de ce phénomène intéressant deux missions distinctes. L'une avait pour but principal l'étude de la chromosphère et de la couronne; l'autre, l'étude de la variation des éléments du magnétisme terrestre. En outre, ces deux missions avaient été chargées d'observations météorologiques.

La première mission comprenait : M. Donitch, chef de mission, et ses deux assistants : M. Ocoulitch, astronome à l'observatoire de Poulkovo, et le baron von der Pahlen, étudiant à l'Université de Göttingen. De plus, à la mission s'était joint M. Baïkoff, élève du Lycée impérial Alexandre.

Les conditions météorologiques d'observation, assez favorables, ont permis d'obtenir plusieurs clichés réussis, dont l'étude détaillée ne pourra être terminée que dans quelques mois. Cependant, le rapport préliminaire de la mission a déjà été présenté à l'Académie (1).

(1) *Bull. de l'Ac. imp. des Sc. de Saint-Petersbourg*, novembre et décembre, 5^e série, t. XXIII, nos 4 et 5, 1905.

Le programme de la mission d'Astronomie physique était le suivant :

L'étude du spectre de l'atmosphère solaire avec un prisme-objectif.

L'examen succinct de ce spectre à l'aide d'un petit spectroscopie à vision directe.

La détermination de la rotation de la couronne par le déplacement de sa radiation monochromatique bleue avec un appareil très dispersif.

La constatation de la présence des raies noires dans le spectre de la couronne avec un petit spectrographe peu dispersif.

La photographie de la couronne de deux stations aussi éloignées que possible l'une de l'autre. Cette étude avait pour but la constatation du relief des formes coronales. Il semblait possible d'obtenir, de cette manière, un pareil effet vu que la couronne tourne selon toute probabilité à peu près avec la même vitesse que le Soleil, supposition qui est une des conséquences de l'hypothèse dynamique de l'atmosphère solaire développée par Brédikhine. On a choisi comme station d'observation Alcalá de Chisvert, petite ville espagnole non loin du littoral de la Méditerranée, et Assouan (Égypte).

Les différentes observations météorologiques à Alcalá pendant l'éclipse et avant et après le phénomène (le service météorologique à Assouan avait été assuré par la mission magnétique qui s'y rendait).

Comme l'atmosphère solaire est relativement peu intense, et qu'elle n'apparaît que pour un temps court, on est forcé d'employer pour ces épreuves des plaques rapides, et, par conséquent, donnant de gros grains. Cependant, je suis parvenu à réduire notablement la grosseur des grains, en faisant le développement avec le paraphénylène-diamine.

Les observations ont été distribuées comme il suit : M. Donitch et le baron von der Pahlen ont observé l'éclipse à Alcalá de Chisvert; M. Donitch a fait toutes les observations des spectres, M. von der Pahlen a été chargé de la photographie de la couronne et du service météorologique. MM. Ocoulitch et Baïkoff ont photographié la couronne à Assouan.

A Alcalá la phase totale de l'éclipse n'a pu être observée sans

nuages que les quarante premières secondes. Ensuite se formèrent de légers cirro-cumuli, heureusement assez transparents, mais qui effacèrent les détails de la couronne extérieure. A Assouan une grande pureté du ciel s'est maintenue pendant toute la durée de l'éclipse.

M. Donitch a constaté avec le petit spectroscopé à vision directe l'*anneau coronal vert*. La mission a obtenu les photographies suivantes : trois épreuves des spectres, dont deux avec le prisme-objectif et une avec le spectrographe à fente à grande dispersion. La couronne a été photographiée sept fois, trois fois à Alcala et quatre fois à Assouan. M. von der Pahlen a obtenu 70 courbes avec le thermographe, autant avec l'hygrographe, et 23 avec le barographe, toutes correspondant à un intervalle de 8 heures.

TACHES SOLAIRES EN 1905.

NOTE SUR LEUR DISTRIBUTION EN LONGITUDE (FAITS ET CONSÉQUENCES);

PAR M. S. CHEVALIER.

En étudiant les observations de taches solaires faites à l'Observatoire de Zô-sè, durant l'année 1905, je crois être arrivé à mettre en relief certains faits, qui me semblent avoir quelque importance pour l'intelligence de la formation des taches. J'avais d'abord dressé une liste de toutes les taches ou groupes de taches observées durant l'année. Cette liste, qui paraîtra au complet dans les *Annales de l'Observatoire de Zô-sè*, actuellement sous presse, donne pour chaque groupe, entre autres renseignements : la latitude et la longitude héliographique et la superficie maximum mesurée sur nos photographies et exprimée en millièmes de l'hémisphère. Le nombre des taches ainsi cataloguées, grandes et petites, s'élève à 181, en excluant les 6 qui n'appartiennent pas aux 13 rotations 690 à 702 (série de Carrington).

J'essayai de les distribuer autour de la sphère, d'après leur longitude. Il fallait diviser la sphère en un certain nombre de fuseaux. Je déterminai de m'arrêter à un nombre restreint, de manière à avoir, en moyenne, un assez grand nombre de taches dans chaque fuseau. Une division en 9 fuseaux de 40° m'était suggérée comme

convenable par un travail préliminaire. Comme elle me donnait en moyenne 20 taches par fuseau, nombre assez considérable pour ne pas laisser place à des inégalités de distribution accidentelles trop grandes, je l'adoptai ⁽¹⁾.

Il est évident que, dans une mesure de l'activité solaire, il serait irrationnel de compter seulement le nombre de taches, sans tenir compte de leur superficie. Dans le Tableau que je dressai des taches classées par fuseaux de 40°, j'eus donc soin de faire entrer chacune d'elles avec le nombre représentant en millions de l'hémisphère solaire sa superficie maximum. C'est le Tableau important sur lequel il convient surtout de s'appuyer. Toutefois, à titre de comparaison, j'en dressai un autre, dans lequel chaque tache, grande ou petite, entrait pour une unité. Je fis ensuite la somme des nombres inscrits dans chaque fuseau. Le résultat de ces calculs est contenu dans la petite Table suivante :

Numéros des fuseaux..	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Degrés de longitude..	0°	40°	80°	120°	160°	200°	240°	280°	320°	360°
Nombre de taches....	10	31	25	9	20	17	26	31	28	
Somme des superficies.	1867	10253	3401	597	6774	5768	8512	2128	13789	

Je prends comme abscisses les degrés de l'équateur et comme ordonnées les racines carrées des sommes des superficies, que je rapporte au milieu du fuseau. J'obtiens ainsi une courbe qui représente les inégalités de distribution des taches entre les 9 fuseaux. A cette première courbe il n'est pas inutile d'en joindre une autre construite sur les nombres de taches contenues dans chaque fuseau. Celle-ci n'a pas la même valeur, puisqu'elle ne tient pas compte de la grandeur des taches. Cependant elle s'ac-

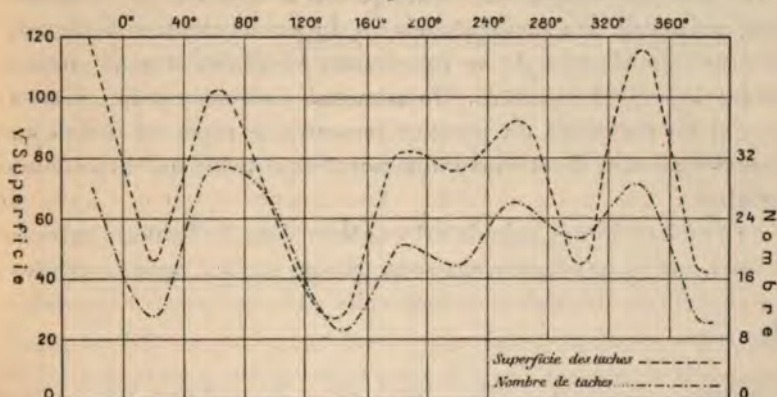
(¹) M. Maunder, dans un article intitulé : *Magnetic disturbances and their association with sun-spots* (*Monthly Notices*, t. LXV, p. 556), a signalé plusieurs des causes accidentelles qui tendent à masquer la véritable distribution des taches en longitude. Sans doute il en existe d'autres qui nous sont inconnues, qui agissent dans des cas particuliers, mais sont accidentelles relativement aux causes plus générales que nous cherchons à déterminer.

D'ailleurs, qu'on adopte 8, 9, 10 ou 12 fuseaux, on est conduit aux mêmes résultats. Seulement avec 9 fuseaux l'accord des courbes entre elles est plus complet.

(²) Les taches dont la longitude correspondait à la division de 2 fuseaux ont été inscrites par moitié comme surface dans chacun des deux fuseaux et comptées comme une unité dans chaque, ce qui porte le nombre à 187, au lieu de 181.

corde complètement avec la première. Or, ce fait est important; car on pourrait craindre que chaque maximum de la première courbe fût simplement dû à la prépondérance d'une très grande tache et ne fût après tout qu'un phénomène purement accidentel. Mais la seconde courbe montre qu'il n'en est rien, et que ces

Fig. 1.



Courbes construites sur les nombres de taches dans chaque fuseau et les racines carrées des sommes de leurs superficies.

maxima sont dus aussi bien au nombre des taches dans le fuseau qu'à la superficie des grandes taches, et sont réellement des maxima de ce qu'on appelle l'*activité solaire*.

De l'accord de ces deux courbes, comme de la grandeur des maxima et des minima principaux, on peut conclure que les inégalités de distribution qu'elles accusent ne sauraient être accidentelles. Il existait donc sur le Soleil, durant l'année 1905, certains fuseaux où l'activité solaire se manifestait avec plus d'intensité, et d'autres où au contraire elle s'exerçait très faiblement.

Avant de parler des conséquences qui peuvent découler de ce fait, il faut lui donner toute l'évidence possible.

Je divise donc l'année en deux parties (1^{er} et 2^e semestre), en convenant toutefois d'entendre par 1^{er} semestre la durée des 7 premières (1) rotations solaires 690 à 696 et par 2^e semestre la durée

(1) Le travail avait d'abord été fait pour les deux semestres entendus au sens ordinaire et conduisait sensiblement au même résultat. Il est cependant plus

des 6 dernières; et je refais pour chaque semestre le travail fait pour l'année entière.

Ici, à cause du nombre nécessairement beaucoup plus faible des taches, il convient de s'en tenir à la manière la plus rationnelle, celle qui fait entrer en ligne de compte la superficie de chaque tache.

On admettra sans aucun doute qu'une irrégularité de distribution, qui aurait lieu accidentellement durant le premier semestre, aura peu de chances de se représenter accidentellement encore durant le second semestre. On admettra surtout comme évident que, si les inégalités du premier semestre se répètent toutes au second semestre, il est souverainement improbable qu'elles soient fortuites.

Le résultat de ces calculs est contenu dans le Tableau suivant et les courbes qui le suivent sont tracées sur les racines carrées des superficies des taches comme celle que nous avons reproduite plus haut.

Numéros des fuseaux	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Degrés de longitude	0°	40°	80°	120°	160°	200°	240°	280° 320°
Somme des superfi- { 1 ^{er} sem ...	570	3402	1188	68	2524	1948	4717	900 6
cies des taches. { 2 ^e sem ...	1297	6851	2213	529	4250	3820	3795	1228 7

Je crois inutile d'insister pour faire remarquer l'accord de ces courbes entre elles et avec la précédente. Toutes les trois comprennent trois minima accentués dans les fuseaux I, IV, VIII et un autre plus faible dans le fuseau VI. Toutes les trois comprennent encore deux forts maxima aux fuseaux II et IX et deux autres moins accentués aux fuseaux V et VII.

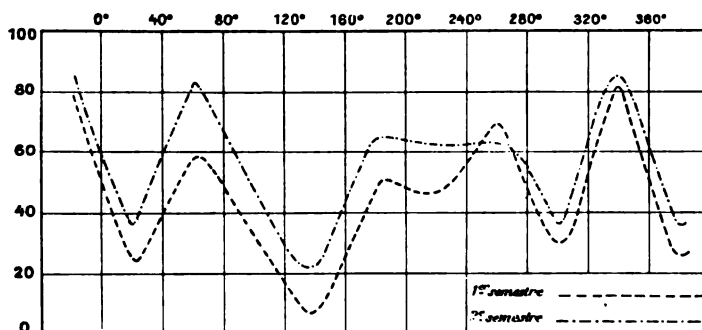
Il est donc bien clair que ces inégalités ne sont pas dues à des causes fortuites.

Il nous reste un autre moyen pour fortifier encore s'il se peut l'évidence de ce fait. Au lieu de diviser l'année en deux semestres, nous pouvons diviser la sphère solaire en deux parties, nord et sud de l'équateur. Il est clair que, si les courbes que nous allons

juste de mettre dans chaque partie un nombre complet de rotations; il importe d'ailleurs fort peu que le nombre de rotations soit exactement le même. Aussi avons-nous attribué 7 rotations au premier semestre, pour lequel les taches ont été moins nombreuses.

trouver pour chaque hémisphère ne s'accordaient pas complètement avec les précédentes, cela ne prouverait rien contre l'évidence déjà faite. L'accord des courbes, en ajoutant aux précé-

Fig. 2.



dents un fait nouveau, fortifiera grandement l'évidence acquise.

Le Tableau qui suit contient pour chaque hémisphère le résultat de calculs identiques aux précédents, et les courbes annexées ont été tracées de la même manière que les premières.

des fuseaux	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
de longitude	0°	40°	80°	120°	160°	200°	240°	280°	320° 360°
des superfi- { Nord....	1281	5552	2146	280	5988	5022	6781	1519	5122
es taches. { Sud.....	586	4701	2255	317	806	746	1731	609	8667

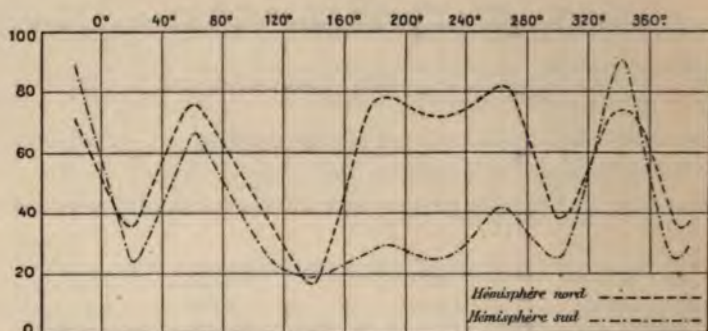
On remarque, au premier coup d'œil sur ces courbes, que, dans les fuseaux V, VI et VII, l'activité solaire a été beaucoup plus grande dans l'hémisphère nord; mais cela n'empêche pas la similitude des courbes entre elles et avec les précédentes.

Le fait que je cherchais à mettre en lumière est donc démontré avec évidence. Il existait réellement, en 1905, sur le Soleil, des fuseaux où l'activité solaire se manifestait avec intensité et d'autres où elle restait faible. Et il est impossible d'attribuer ces inégalités à des causes fortuites.

Au cours de la démonstration, deux autres faits sont venus s'ajouter successivement au premier. Nous avons constaté en effet que les mêmes fuseaux avaient été actifs, et que les mêmes étaient restés inactifs durant les deux semestres de cette année 1905,

année d'activité solaire maximum. Nous avons vu ensuite que les maxima et les minima d'activité solaire se trouvaient, pour les deux hémisphères, dans les mêmes fuseaux de 40° .

Fig. 3.



Pour rester dans le vrai, il faut se garder de conclure que les centres d'activité n'ont subi aucun déplacement d'un semestre à l'autre; car nous avons prouvé seulement qu'ils étaient restés dans les mêmes fuseaux. De même, je n'affirme nullement que les centres d'activité plus intense se soient trouvés sur le même méridien dans les deux hémisphères; il résulte seulement, des preuves apportées plus haut, que les centres d'activité plus intense appartiennent pour les deux hémisphères aux mêmes fuseaux de 40° et il en est de même des centres d'activité plus faible.

Ce sont là, d'ailleurs, les points qu'il m'a paru utile de signaler, à cause des conséquences qu'ils peuvent avoir pour la théorie des taches solaires.

Il semble qu'il y aurait intérêt à préciser davantage la position des centres d'activité dans chaque fuseau. Dans ce but, j'ai calculé les longitudes et latitudes moyennes des taches contenues dans chaque fuseau de 40° , pour l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud séparément. Le Tableau suivant contient les résultats de ces calculs :

Numéros des fuseaux.									
I.			II.			III.			
Lat.	Long.	Sup.	Lat.	Long.	Sup.	Lat.	Long.	Sup.	
Hém. Nord.....	17°	21°	1281	8°	55°	5552	10°	90°	2146
Hém. Sud.....	12°	25°	586	16°	51°	4701	16°	105°	1255

Numéros des fuseaux.									
IV.			V.			VI.			
Lat.	Long.	Sup.	Lat.	Long.	Sup.	Lat.	Long.	Sup.	
Hém. Nord.....	13°	142°	280	14°	171°	5968	12°	216°	5022
Hém. Sud.....	16°	149°	317	12°	173°	806	21°	221°	746

Numéros des fuseaux.									
VII.			VIII.			IX.			
	Lat.	Long.	Sup.	Lat.	Long.	Sup.	Lat.	Long.	Sup.
Hém. Nord.....	9°	263°	6781	11°	296°	1519	13°	337°	5122
Hém. Sud.....	16°	261°	1731	14°	308°	610	15°	329°	8667

Comme on le voit, les longitudes moyennes des taches d'un même fuseau ne sont pas identiques dans les deux hémisphères, pour les fuseaux III et VIII l'écart est même assez grand. Mais en général l'écart est de quelques degrés seulement; il n'y avait aucunement lieu de s'attendre à une plus grande concordance.

Ici une question se présente naturellement à l'esprit : quelle est la disposition entre eux des maxima et des minima? Les maxima sont-ils opposés entre eux en longitude, ou opposés aux minima?

Je dois avouer que la division en 9 fuseaux se prête mal à une semblable comparaison. Ainsi, le maximum du fuseau II n'est opposé ni au maximum du fuseau VII, ni au minimum, très peu accentué, du fuseau VI. Comme la question offre quelque intérêt, j'ai divisé toutes les taches de l'année en 10 fuseaux de 36°⁽¹⁾. Le Tableau suivant, semblable au premier Tableau, contient toutes les taches des 13 rotations 690 à 702 ainsi distribuées :

Numéros des fuseaux.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
de longitude..	0°	36°	72°	108°	144°	180°	216°	252°	288°	324°	360°
de taches....	7	27	23	13	15	18	16	22	22	23	
des superficies.	1426	9769	3118	1351	6093	3907	3809	8335	3302	11979	

Si, à partir d'un centre, on trace, dans la direction de chaque

(1) Comme il paraît y avoir 4 maxima, une division en 8 fuseaux conduirait nécessairement à une opposition des maxima entre eux. Une division en un plus grand nombre de fuseaux ne paraît pas suffisamment à l'abri d'inégalités fortuites.

fuseau, une ligne proportionnelle à la racine carrée des superficies des taches du fuseau, on obtient une figure assez commode pour résoudre la question proposée. Du reste, en parcourant la ligne des sommes de superficies dans le Tableau ci-dessus, on aperçoit de suite quatre maxima correspondant aux fuseaux II, V, VIII et X et quatre minima correspondant aux fuseaux I, IV, VII et IX. Les deux maxima V et X sont opposés; les deux minima IV et IX sont opposés; mais le minimum I est opposé au fuseau VI qui n'est ni un maximum ni un minimum; il en est de même du maximum VIII opposé à III; et le maximum II est opposé au minimum VII.

L'ensemble suggérerait plutôt une opposition des maxima aux maxima et des minima aux minima; mais le phénomène n'apparaît pas d'une façon suffisamment claire, pour qu'on puisse rien affirmer à ce sujet.

Ces faits me semblent, non pas démontrer absolument, mais suggérer que la cause des taches solaires est intérieure au Soleil et non extérieure; et que le siège de cette cause ou de ces causes est, non dans la partie centrale, mais dans les parties voisines de la surface.

Des causes extérieures en effet, anneau de poussières cosmiques, corpuscules électrisés, n'auraient aucune prédilection pour un fuseau de la sphère solaire plutôt que pour un autre; et des taches en nombre si considérable devraient se répartir à peu près également entre les divers fuseaux. Il faut donc trouver dans le Soleil lui-même la cause des taches ou, à tout le moins, de leur distribution en longitude.

D'un autre côté, des causes qui auraient leur siège dans la partie centrale du Soleil se trouveraient comme les causes extérieures indifférentes à l'égard des divers fuseaux de la sphère. Il est donc nécessaire que ces causes, celles du moins qui localisent les taches, se trouvent dans les parties voisines de la surface.

Dans un résumé des observations solaires faites à Zô-sé durant le 1^{er} semestre 1905 (*Atti dell' Accademia dei Nuovi Lincei*, t. LVIII), j'ai signalé un fait qui me paraît conduire aux mêmes conséquences.

Durant le premier semestre de cette année, comme durant le dernier trimestre de 1904, il a existé sur la surface solaire, d'une

façon habituelle, deux bandes de facules, l'une au nord, l'autre au sud de l'équateur, analogues aux bandes équatoriales de Jupiter. L'analogie est évidente, les dissemblances sont nécessairement grandes. L'état du globe solaire ne permet pas la formation à sa surface de corps aussi stables et permanents que ceux qui apparaissent dans les bandes équatoriales de Jupiter; mais les facules, plus mobiles et fugitives, sont en rapport avec l'état gazeux du Soleil. Les mêmes causes produisent dans des milieux différents des effets analogues, mais en rapport avec les milieux, les bandes sombres sur Jupiter, les bandes de facules sur le Soleil. D'un autre côté, facules et taches sont dans une relation trop étroite pour n'être pas dues aux mêmes causes.

M. Maunder a exposé, dans les *Monthly Notices* (t. LXV, avril 1905, p. 558), l'analogie qu'il a remarquée entre les formations observées sur Jupiter et les centres d'activité solaire. Les faits que je signale ici me paraissent de nature à confirmer les idées exprimées dans cette page intéressante.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

PETITBOIS (G.), Ingénieur civil des Mines. — TABLES D'INTÉGRALES INDÉFINIES. Paris, Gauthier-Villars.

Ces Tables renferment près de 2500 intégrales, résolues et classées méthodiquement. Elles sont précédées d'un chapitre sur la transformation des expressions des intégrales, chapitre destiné particulièrement aux auditeurs des Cours de Calcul infinitésimal.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

T. CXXXVI (1^{er} semestre de 1903), n^{os} 15-26.

Berget (Alphonse). — Sur un nouvel appareil permettant de rendre horizontal l'axe optique d'une lunette (p. 883).

Le principe de la méthode proposée consiste à réaliser un plan *vertical* réfléchissant, sur lequel on fait l'autocollimation de la lunette dont il s'agit de rendre l'axe optique horizontal.

Bulletin Astronomique. T. XXIII. (Novembre 1906.)

Quant au plan réfléchissant, il est suspendu et on le vise avec la lunette collimatrice avant et après avoir retourné son support de 180° : la moyenne correspond à l'horizontale.

L'appareil a été réalisé par M. Mailhat et a donné de très bons résultats.

Le Cadet (G.). — Étude de l'électricité atmosphérique au sommet du mont Blanc (4810^m) par beau temps (p. 886).

La courbe d'enregistrement du potentiel électrique montre que par beau temps, et au sommet du mont Blanc, *ce potentiel présente une oscillation simple avec un maximum de jour entre 3^h et 4^h du soir et un minimum de nuit vers 3^h du matin.*

Callandreau (O.). — Statistique des petites planètes. Distribution des éléments en prenant comme argument la distance aphélie, la longitude de l'aphélie. Comparaison des petites planètes et des comètes à courte période (p. 937, 1165).

Nordmann (Charles). — Sur les propriétés magnétiques de l'atmosphère terrestre (p. 960).

Faraday a montré que le Soleil, en chauffant successivement les portions de l'atmosphère terrestre qui l'ont à leur zénith, doit produire un déplacement des lignes de force magnétique de la Terre qui agit corrélativement sur l'aiguille aimantée; et il expliquait ainsi la période diurne du magnétisme terrestre.

M. Nordmann a entrepris de soumettre cette idée à un criterium quantitatif, à l'aide de données qui manquaient à Faraday, et il montre que l'influence des propriétés magnétiques de l'atmosphère sur le champ terrestre est d'ordre absolument infime; elles ne pourraient donc produire qu'une fraction complètement négligeable de la période diurne de l'aiguille aimantée.

Hamy (Maurice). — Sur l'amortissement des trépidations du sol. Application au bain de mercure à couche épaisse (p. 990).

Complément de recherches théoriques antérieures (*Bull. astr.*, t. XV, p. 172) et vérification pratique sur un bain suspendu construit par M. Gautier.

Rollet de l'Isle. — Calcul de l'heure et de la hauteur de la pleine mer au moyen des constantes harmoniques (p. 992).

Nordmann (Charles). — La période des taches solaires et les variations des températures moyennes annuelles de la Terre (p. 1047).

Dans un travail analogue publié en 1873, Köppen montra que la courbe des variations des températures moyennes annuelles n'affecte une allure régulière que dans les stations tropicales. Ce travail n'embrassant que la période 1830-1870, M. Nordmann a entrepris de le continuer pour les 30 dernières années, en n'utilisant, comme il convient, que les observations tropicales (Maurice, île Rodrigue, Bombay, Batavia, Zi-ka-Wei, Hon-Kong, Manille, la Havane, la Jamaïque, la Trinité, Port-au-Prince, Récife de Pernambucco et Sierra-Leone).

Les résultats obtenus sont réunis dans le Tableau suivant; la colonne A contient, pour chaque année, la moyenne générale des écarts par rapport à la moyenne générale de toutes les stations; la colonne B donne les mêmes nombres, mais compensés pour éliminer les irrégularités: chaque nombre est égal à la moyenne du nombre correspondant de A et de la demi-somme du nombre qui précède celui-ci et de celui qui le suit. Les nombres des colonnes A et B sont exprimés en centièmes de degré centigrade. Enfin la dernière colonne verticale est le nombre *relatif* des taches solaires.

		B.	Taches.		A.	B.	Taches.
1870.....	-29	-22 <i>m</i>	139 M	1886.....	-16	-17	25
1871.....	-9	-14	111	1887.....	+16	-5	13
1872....	-8	-7	101	1888.....	+26	+13	7
1873.....	-4	-9	66	1889.....	+18	+15 M	6 <i>m</i>
1874.....	-22	-13	44	1890.....	-1	+6	7
1875.....	-6	-12	17	1891.....	+10	+4	35
1876.....	-13	-5	21	1892.....	-1	-5	73
1877.....	+13	+8	22	1893.....	-27	-12 <i>m</i>	84 M
1878.....	+20	+13	3 <i>m</i>	1894.....	+2	-5	78
1879.....	0	+6	6	1895.....	+1	+7	64
1880.....	+5	+11	32	1896.....	+25	+20	41
1881.....	+33	+20 M	54	1897.....	+28	+25	26
1882....	+3	+7	59	1898.....	+19	+19	26
1883.....	-9	-10	64 M	1899.....	+10	+18	12
1884.....	-27	-21 <i>m</i>	63	1900.....	+33	+25 M	9 <i>m</i>
1885.....	-20	-21	52				

On voit que la température moyenne terrestre subit une période sensiblement égale à celle des taches solaires; l'effet des taches est de diminuer la température terrestre moyenne; autrement dit, la courbe représentative des variations de température est l'inverse de celle qui représente la fréquence des taches solaires.

Angot (Alfred). — Sur les variations simultanées des taches solaires et des températures terrestres (p. 1245).

Les observations thermométriques faites par le Service de l'Artillerie, au camp Jacob (Guadeloupe) de 1892 à 1901, confirment les résultats obtenus par Köppen et par M. Nordmann.

En outre M. Angot a représenté cette série (ainsi que l'avait fait R. Wolf pour la variation diurne de l'aiguille aimantée) par une expression de la forme

$$(1) \quad t = t_0 + ar,$$

t étant la température moyenne annuelle observée, r le nombre *relatif* de taches solaires, t_0 et a deux constantes caractéristiques de la station considérée. Et par les observations du camp Jacob M. Angot a trouvé

$$t_0 = 22^{\circ}, 17 \quad a = -0^{\circ}, 00891.$$

Avec ces constantes, la formule (1) représente très bien les moyennes annuelles.

Esclançon. — Sur les lueurs crépusculaires observées à Bordeaux pendant l'hiver 1902-1903 (p. 1050).

Ce phénomène a été assez capricieux : les lueurs, visibles le soir jusqu'au 2 novembre, ne l'ont plus été ensuite que le matin, puis ont réapparu le soir dans la seconde quinzaine de ce mois, se montrant pour ainsi dire tout l'hiver, jusqu'en avril, mais d'une façon intermittente.

Des cirrus extrêmement légers et transparents, visibles pendant 5 à 10 minutes, paraissent avoir été le siège du phénomène; leur hauteur aurait varié de 7^{km} à 25^{km}.

Lippmann (G.). — Sur la distribution de la matière à la surface de la Terre (p. 1172).

D'après de nombreuses déterminations de l'intensité de la pesanteur il semble qu'il n'y ait pas lieu de corriger les observations de l'attraction des masses continentales, comme le massif de l'Himalaya. Cela peut s'expliquer par la flexibilité de la couche terrestre qui appuierait partout sur le liquide central : en vertu du principe d'Archimède il y aurait alors partout égalité entre le poids du liquide déplacé et le poids de matières solides accumulées sur une surface donnée.

Angot (Alfred). — Sur la valeur des moyennes en météorologie et sur la variabilité des températures en France (p. 1186).

Colin (le P.). — Travaux astronomiques et magnétiques à Madagascar (p. 1298).

Ces travaux, faits en 1902-1903, sont :

- 1° Longitude télégraphique d'Ambatolampy;
- 2° Levés magnétiques, indiquant un écart considérable à Sohamanina;
- 3° Déterminations magnétiques faites à l'Observatoire de Tananarive.

Baillaud (B.) et Bourget (H.). — Sur les conditions qu'offrent les observations astronomiques à l'observatoire du Pic du Midi (p. 1417).

Au Pic du Midi il n'y a pas d'images médiocres : elles sont ou excellentes ou tellement mauvaises qu'on ne peut travailler. On a eu des images excellentes par de fortes rafales ou de violents courants verticaux.

La scintillation a également été étudiée par le procédé Exner.

Les auteurs concluent que le Pic du Midi serait une excellente station astronomique. C'est en hiver que l'on doit avoir les plus belles images.

Maillard (L.). — Sur la formule barométrique de Laplace (p. 1427).

Normand (Charles). — Sur la période diurne des aurores boréales (p. 1431).

Explication par un rayonnement hertzien du Soleil.

Guilbert (Gabriel). — Sur la prévision des variations barométriques (p. 1443).

Læwy (M.) et Puiseux (P.). — Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire. Observations suggérées par le septième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune (p. 1505).

Voir *Bulletin astronomique*, t. XX, p. 416.

Rossard (F.). — Observations de la tache brillante de Saturne (p. 1623).

Comète 1902 b. — Observations photographiques, par M. Senouque.

Comète 1902 d. — Éléments par M. P. Brück.

Comète 1903 a. — Observations par MM. Chofardet, J. Guillaume, Le Cadet.

Comète 1903 a. — Éléments, par M. Fayet.

Comète 1903 c. — Observations par MM. Bigourdan, Borrelly, Chofardet, Esmiol, J. Guillaume, Le Cadet, Rambaud, Salet, Sy.

Comète 1903 c. — Éléments et éphémérides, par M. Fayet.

Éclipse de Lune du 11-12 avril 1903. — Observations par MM. Amann, André, J. Guillaume, Kannapell, Le Cadet, Mailhat, Montangerand, Puiseux, Rayet, Stéphan.

G. B.

T. CXXXVII (2^e semestre de 1903), n^{os} 1-26.

Mascart (Jean). — Perturbations séculaires d'importance secondaire. Résidu des perturbations séculaires (p. 33 et 303).

Camichel (C.). — Sur la spectrophotométrie photographique (p. 184).

Guillaume (J.). — Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 2^e trimestre de 1903 (p. 431).

Mascart (Jean). — Description d'un orage très localisé (p. 468).

Millochau (G.). — Observations de Mars à la grande lunette de l'Observatoire de Meudon (p. 636).

La comparaison des résultats obtenus en 1901 et en 1903 a permis de constater des variations bien nettes dans certaines taches permanentes de la surface de la planète, ainsi que d'autres particularités indiquées par des dessins.

Ditisheim (Paul). — Sur la relation entre la pression et la

marche des chronomètres, avec des remarques de M. Ch.-Ed. Guillaume (p. 700 et 703).

En soumettant des chronomètres de bord, du type de 50^{mm} de diamètre, à des pressions artificielles, variant de -600^{mm} à $+200^{\text{mm}}$ par rapport à la pression moyenne de la Chaux-de-Fonds (675^{mm} environ), on a trouvé que les variations de marche sont sensiblement proportionnelles à la pression; le retard s'accroît à mesure que la pression augmente.

Sur la perturbation magnétique du 31 octobre 1903, par MM. Th. Moureaux (p. 705), F. Quéniisset (p. 747), E. Marchand (p. 789), H. Deslandres (p. 821).

M. Moureaux décrit cette perturbation remarquable, dans laquelle, au Parc Saint-Maur, les variations ont monté à $2^{\circ}4'$ pour la déclinaison et respectivement à $\frac{1}{25}$ et $\frac{1}{81}$ de la valeur absolue des composantes horizontale et verticale. Il remarque, en outre, la coïncidence de cette perturbation avec le passage, au méridien central du Soleil, d'un groupe de taches, moins important toutefois que celui du 5 au 17 octobre, et qui a été visible à l'œil nu.

D'après M. Quéniisset, l'étendue du groupe de taches du 31 octobre n'était que $\frac{1}{3}$ de celle du groupe du 11 octobre, qui cependant n'a occasionné qu'une perturbation faible et d'ailleurs en retard. Peut-être, ajoute-t-il, sont intervenues les facules tout à fait extraordinaires qui accompagnaient la tache du 31 octobre et qu'on a pu voir et même photographier jusqu'au milieu même du disque.

De son côté, M. Marchand rappelle la loi d'influence des taches qu'il a énoncée en 1887 et la permanence extraordinaire des régions d'activité qui déterminent souvent les grandes perturbations magnétiques.

Pour celle du 31 octobre il compare son intensité à Bagnères et au sommet du Pic; et il conclut que les courants perturbateurs du champ terrestre sont, au moins en partie, dans les hautes régions de l'atmosphère. Le 31 octobre ces courants perturbateurs auraient été à une altitude d'environ 14^{km}.

Enfin M. Deslandres fait l'historique des relations constatées entre les taches solaires et les perturbations magnétiques, les aurores boréales, etc.; finalement il constate l'insuffisance des observations actuelles du Soleil et il indique ce qu'il y aurait à faire.

L'apparent (de). — Sur la signification géologique des anomalies de la gravité (p. 827).

Læwy. — Présentation du Tome X des *Annales de l'Observatoire de Bordeaux* (p. 836).

Guillaume (J.). — Le dernier minimum des taches du Soleil et remarques au sujet de la *loi des zones* (p. 898).

M. Guillaume fixe l'époque de ce minimum à la date 1901,7; il trouve que les taches ont recommencé de paraître dans les hautes latitudes une année environ avant l'époque du minimum et qu'elles n'ont disparu des basses latitudes qu'une année après le même minimum.

Mathias (E.). — Sur la loi de distribution régulière de la force totale du magnétisme terrestre en France, au 1^{er} janvier 1896 (p. 916).

Considérons deux lieux voisins, distants de $\Delta\ell$ en longitude et de $\Delta\varphi$ en latitude; l'accroissement correspondant ΔT de la force magnétique totale T devra pouvoir s'exprimer, au moins approximativement, par une formule de la forme

$$\Delta T = a \Delta\ell + b \Delta\varphi + c (\Delta\ell)^2 + d (\Delta\varphi)^2 + e \Delta\ell \Delta\varphi + \dots$$

M. Mathias a essayé de représenter ainsi ΔT pour toutes les stations françaises où T a été déterminé, et il a trouvé, en partant de Toulouse comme origine,

$$\begin{aligned} \Delta T = & + 16,5 + 1,272 \Delta\ell + 5,0457 \Delta\varphi + 0,000712 (\Delta\ell)^2 \\ & - 0,001081 \Delta\ell \Delta\varphi - 0,000918 (\Delta\varphi)^2. \end{aligned}$$

Dans cette formule, qui s'applique à toute la France, Corse comprise, ΔT est supposé exprimé en unités du cinquième ordre décimal, $\Delta\ell$ et $\Delta\varphi$ en minutes d'arc; pour T on avait pris 45050 C. G. S.

Moureaux (Th.). — L'anomalie magnétique du bassin de Paris (p. 918).

Après avoir découvert cette anomalie, M. Moureaux l'étudie de plus près et il conclut que, si on l'attribue à l'action de roches magnétiques, l'arête de celles-ci formerait comme une crête de montagnes passant par Rouen, Rambouillet, Gien et Moulins, avec des pics plus ou moins élevés, le tout recouvert par des terrains plus récents.

Eginitis (D.). — Observations des Léonides et des Biélides, faites à Athènes en 1903 (p. 965).

Le maximum des *Léonides* s'est produit le 15 novembre, de 15^h à 16^h : leur couleur était rouge et leur vitesse était modérée.

Fabry (Charles). — Sur l'intensité de l'éclairement produit par le Soleil (p. 973).

L'éclairement produit par le Soleil, supposé au zénith et à sa moyenne distance, est, au niveau de la mer, 100000 fois celui que donne une bougie décimale à 1^m.

Deslandres (H.). — Caractères principaux des spectres de lignes et de bandes. Considérations sur les origines de ces deux spectres (p. 1013).

Læwy. — Sur le premier Volume du Catalogue photographique du Ciel publié par M. A. Donner, Directeur de l'Observatoire d'Helsingfors (p. 1209).

Fabry (Charles). — Sur l'intensité lumineuse des étoiles et leur comparaison avec le Soleil (p. 1242).

Les observations ont porté sur Véga au voisinage du zénith : son éclairement a été trouvé identique à celui que produit une bougie décimale à 780^m de distance ; et la lumière que nous recevons du Soleil est 60 milliards de fois celle que nous envoie Véga.

Prix d'Astronomie décernés par l'Académie des Sciences en 1903.

PRIX LALANDE : M. Campbell.

PRIX VALZ : M. Borrelly.

PRIX PONTÉCOULANT : M. Andoyer.

Comète 1903 c. — Observations photographiques ; par M. Quénnisset.

Comète 1903 c. — Observations spectroscopiques, par M. Deslandres.

Planète MA. — Observations par M. Chofardet.

G. B.

T. CXXXVIII (1^{er} semestre de 1904), n^{os} 1-26.

Moureaux (Th.). — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1904 (p. 40).

Les observations, faites au Val-Joyeux, ont donné les résultats suivants :

	Valeur absolue. 1 ^{er} janv. 1904.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale.....	15° 2', 19	—4', 88
Inclinaison.....	64° 54', 9	—0, 3
Composante horizontale.....	0, 19682	—0, 00030
Composante verticale.....	0, 42044	—0, 00074
Composante Nord.....	0, 19008	—0, 00022
Composante Ouest.....	0, 05106	—0, 00035
Force totale.....	0, 46423	—0, 00079

Læwy. — Sur les premiers fascicules du *Catalogue photographique du Ciel*, publiés par M. Trépied (p. 123).

Janssen (J.). — Présentation de l'*Atlas de photographies solaires*, exécutées à l'Observatoire de Meudon (p. 241).

Sur les 6000 clichés solaires obtenus à Meudon depuis 1876, on a reproduit ceux qui pouvaient résumer les états caractéristiques de la surface solaire : dispositions en réseaux (petit, moyen ou grand), facules, taches des divers types, vues au centre et aux bords.

Détails sur l'appareil employé : objectif spécial de Prazmowski, fente spéciale, décrite dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1879.

Guillaume (J.). — Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon pendant les 3^e et 4^e trimestres de 1903 (p. 254, 847).

Choffat (Paul). — Sur les séismes ressentis en Portugal en 1903 (p. 313).

Deslandres (H.). — Loi générale de distribution des raies dans les spectres de bandes. Vérification précise avec le deuxième groupe de bandes de l'azote (p. 317).

Fabry (Louis). — Sur la véritable valeur du grand axe d'une

orbite cométaire lorsque l'astre est très éloigné du Soleil, et le caractère supposé hyperbolique de la comète 1890 II (p. 335).

Montangerand (L.). — Observation d'une occultation d'étoile, faite le 24 février 1904 à l'Observatoire de Toulouse (p. 551).

Occultation de α Taureau. — Indication des quatre seules étoiles de grand éclat occultées dans les vingt dernières années.

Forel (F.-A.). — Le cercle de Bishop de 1902-1904 (p. 688).

Ce cercle a paru très fréquemment depuis l'automne de 1902; toutefois l'observation n'a pas été assez suivie pour qu'on puisse affirmer que l'apparition en a d'abord été continue; depuis le 1^{er} août 1903 ce cercle a été vu dans tous les cas où les nuages permettaient l'observation.

Poincaré (H.). — Sur la méthode horistique de Gylden (p. 933).

[Voir *Bull. Astr.*, t. XXI (1904), p. 292.]

Poincaré (H.). — Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur (p. 1013).

Lippmann (G.). — Action du magnétisme terrestre sur une tige d'acier invar destinée à un pendule géodésique (p. 1073).

L'acier au nickel, dit *invar*, possède la propriété, découverte par M. Ch.-E. Guillaume, de se dilater par l'action de la chaleur presque 20 fois moins que le laiton. Aussi on a pensé à employer l'invar pour la construction du pendule géodésique. Mais cet acier est magnétique et, par suite, la composante verticale du magnétisme terrestre exercerait une action dont il serait difficile de tenir compte. Cette action serait-elle négligeable? Il résulte des expériences de M. Lippmann qu'elle n'atteindrait pas 2^µ sur la longueur du pendule à seconde, de sorte qu'il serait avantageux de substituer l'*invar* au laiton, même pour le pendule à un couteau, et à plus forte raison dans le pendule à réversion, où les oscillations autour des deux couteaux se compenseraient sensiblement.

Colin (le P.). — Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive (p. 1076).

Dans le voisinage de Tananarive on a couvert d'un réseau de 105 sta-

tions un secteur rectangulaire de 30^{km} de rayon : la majeure partie des triangles a pour sommet la coupole de l'observatoire.

Pour le magnétisme, on a déterminé les éléments dans 23 stations.

Brunhes (Bernard). — Sur le rôle de la force centrifuge composée dans la détermination du sens de rotation des cyclones et des tourbillons (p. 1093).

Hamy (Maurice). — Sur la fixité des raies solaires (p. 1156).

Certaines raies spectrales de vapeurs métalliques changent de constitution avec le mode d'excitation employé pour illuminer la vapeur : cela tient à ce qu'elles sont composées de plusieurs radiations simples extrêmement voisines et d'éclat relatif variable avec le mode d'excitation. Or, dans le Soleil, les conditions physiques doivent varier avec la période undécennale par exemple; il peut donc en être de même dans le spectre solaire. Comme la détermination de la longueur d'onde de la raie se fait en quelque sorte sur le bloc, on comprend que la valeur obtenue pour cette longueur d'onde peut varier aussi avec la période undécennale.

Colin (le P.). — Observations magnétiques à Tananarive (p. 1318).

Mesures absolues faites à l'Observatoire de Tananarive, de mai 1903 à avril 1904.

Laporte. — Les missions hydrographiques des côtes de France, de 1901 à 1903 (p. 1325).

Lumière (Auguste) et Lumière (Louis). — Sur une nouvelle méthode d'obtention de photographies en couleurs (p. 1337).

Méthode basée sur l'emploi de particules colorées, déposées en couche unique sur une lame de verre, puis recouvertes d'un vernis convenable, et enfin d'une couche d'émulsion sensible.

Bouquet de la Grye. — Sur la parallaxe du Soleil (p. 1369).

Voir *Bulletin astronomique*, t. XXII (1905), p. 37.

Deslandres (H.). — Sur la photographie des diverses couches superposées qui composent l'atmosphère du Soleil (p. 1375).

Voir *Bulletin astronomique*, t. XXII (1905), p. 305.

Millockau. — Étude photographique du spectre de la planète Jupiter (p. 1477).

Les photographies de spectres ont été obtenues en donnant à la fente les trois positions successives suivantes :

1° Suivant la ligne des pôles de Jupiter, afin de comparer le spectre des bandes à celui du reste du disque ;

2° Suivant l'équateur de la planète, afin de distinguer les raies planétaires des raies telluriques, par l'inclinaison des premières par rapport aux secondes, en raison de la rotation de Jupiter ;

3° Suivant une direction inclinée de 45° avec les deux premières, afin de faire en même temps les deux comparaisons.

Les spectres obtenus montrent nettement 5 bandes d'absorption spéciales à l'atmosphère de Jupiter ; elles se trouvent près des longueurs d'onde 618, 607, 600, 578 et 515 et correspondent à des bandes signalées par Keeler dans le spectre d'Uranus. En outre, les bandes correspondant au spectre de la vapeur d'eau et la bande α sont fortement renforcées.

Bigourdan (G.). — Sur la distribution de l'heure à distance, au moyen de la télégraphie électrique sans fil (p. 1657).

Comète 1904 a (Brooks). — Observations, par MM. Chofardet, J. Guillaume, Rambaud, Salet, Sy.

Éléments, par M. Fayet.

G. B.

T. CXXXIX (2^e semestre de 1904), n^{os} 1-26.

Lœwy. — Présentation du quinzième Bulletin chronométrique (1902-1903) de l'Observatoire de Besançon (p. 27).

Angot (Alfred). — Sur une relation entre les minima et les maxima des taches solaires (p. 256).

En étudiant le Tableau des nombres *relatifs* de taches solaires (R. Wolf et Wolfer), M. Angot a reconnu que les *minima caractérisés par un nombre relatif élevé sont suivis d'un maximum également élevé*, et inversement. C'est ce que montre, en effet, le Tableau

suivant, où l'on trouve les nombres relatifs des minima ordonnés par ordre de valeurs décroissantes :

Minima.		Maxima.	
N. relatif.	Époque.	N. relatif.	Époque.
11	1766	106	1769
11	1813	124	1848
10	1784	132	1787
10	1755	86	1761
9	1833	138	1837
7	1867	139	1870
7	1775	154	1778
6	1889	85	1893
4	1856	96	1860
4	1798	48	1804
3	1878	64	1883
2	1823	71	1830
0	1810	46	1816

On voit que les nombres relatifs des maxima suivants se trouvent classés aussi dans le même ordre, à peu près. La seule exception marquée est celle qui correspond au maximum de 1761, époque où le nombre relatif correspondant est peu sûr.

D'après cela, quand on a observé un minimum de taches solaires, on peut prévoir, avec assez de probabilité, l'allure du maximum suivant.

Marchand (E.). — Sur le tremblement de terre du 13 juillet 1904 dans les Pyrénées centrales (p. 276).

Ce tremblement de terre a été enregistré par des sismographes très simples (sismographe à pendules et sismographe à cône) et dont la construction est très peu coûteuse.

Chauveau (A.-B.). — Sur la déperdition électrique dans l'air, au sommet de la tour Eiffel, pendant l'orage du 24 juillet 1904 (p. 277).

Tout s'est passé comme si le vent qui accompagnait cet orage (et qui d'ailleurs entraînait du sol d'énormes masses de poussière) était arrivé au lieu d'observation avec un grand excès d'ions négatifs.

Ce résultat a été confirmé par les observations faites dans l'orage du 4 août suivant (p. 400).

Deslandres (H.). — Organisation générale des recherches solaires.

Enregistrement continu des éléments variables du Soleil (p. 337).

Programme proposé pour les études solaires.

Guillaume (J.). — Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon pendant les trimestres 1, 2 et 3 de 1904 (p. 349, 591 et 1017).

Bigourdan (G.). — Sur les changements de courbure que subissent certains niveaux à bulle d'air sous l'influence des variations de température (p. 385).

Dans le niveau considéré la valeur angulaire d'une partie passait de $1''.09$ à $0''.38$ quand la température s'élevait de $+1^{\circ}$ à $+27^{\circ},4$. Et il a été possible de montrer que la cause de cette variation énorme provenait de la réaction de la monture métallique sur la fiole.

Perrotin (Henri). — Sur la chute des Perséides en 1904 (p. 457).

Le maximum s'est produit dans la nuit du 11 au 12 août, entre 1^h et 3^h du matin.

Bigourdan (G.). — Sur une cause de variabilité des erreurs de division, dans certains cercles gradués (p. 513).

Souvent les cercles divisés sont en fonte de fer, sur la périphérie de laquelle on encastre la lame d'argent destinée à recevoir la division. Les dilatations de la fonte et de l'argent sont respectivement de 20μ et de 11μ par mètre et par degré centigrade; pour une variation de température de 40° , sur un cercle de 1^m de diamètre, la différence de dilatation monte donc à $1^{mm},13$. Dans cette dilatation forcée de l'argent les erreurs de division doivent varier presque nécessairement. On devra donc rejeter la fonte et employer le laiton ou le bronze, dont le coefficient de dilatation est à peine différent de celui de l'argent.

Libert (Lucien). — Les Perséides en 1904 (p. 515).

Le maximum paraît s'être produit dans la nuit du 11 au 12 août.

Læwy. — Sur les quatre premiers fascicules du *Catalogue photographique du Ciel* publiés par l'observatoire de Toulouse (p. 581).

Deslandres (H.) et Kannapell (A.). — Étude du troisième groupe de bandes de l'air avec une forte dispersion (p. 584).

Millockau (G.). — Sur un nouveau système de micromètre (p. 590 et 665).

Micromètre à double image, dans lequel le faisceau lumineux venant de l'astre est dédoublé par deux lames de verre, à faces parallèles, placées entre l'objectif et l'oculaire.

Læwy. — Présentation du Tome XI des *Annales de l'Observatoire de Bordeaux* (p. 657).

Lowell (P.). — La rotation de Vénus (p. 663).

Cette rotation a été déterminée par la méthode spectrographique; le résultat est nettement pour une rotation de longue durée, 60 jours environ, sans exclure celle de 225 jours, indiquée parfois par la méthode oculaire.

Lowell (P.). — La rotation de Mars (p. 664).

Cette rotation, déterminée aussi par la méthode spectrographique, a été trouvée de 25^h35^m , en accord avec la durée bien connue de 24 heures 37 minutes. Elle n'a d'ailleurs été entreprise que pour contrôler le résultat obtenu pour Vénus.

Lippmann (G.). — Mesure de la vitesse de propagation des tremblements de terre (p. 780).

On pourrait déterminer l'heure exacte où le phénomène s'est produit en un point donné, en lui faisant déclencher un chronomètre à pointage. Par ce moyen, et en installant un appareil de ce genre en trois points non en ligne droite, on aurait tous les éléments pour trouver la direction du front de l'onde sismique à la surface de la Terre ainsi que sa vitesse de propagation horizontale.

Lippmann (G.). — Sur l'inscription des mouvements sismiques (p. 782).

Avec les appareils ordinaires l'heure exacte d'une secousse n'est pas connue avec beaucoup de précision, parce que, pratiquement, on ne peut

donner une grande vitesse aux appareils photographiques inscripteurs. M. Lippmann propose de leur donner une vitesse beaucoup plus grande et de ne produire l'enregistrement qu'au moment de la secousse, celle-ci faisant tomber un volet qui protégeait jusque-là le papier photographique.

Libert (Lucien). — Les Léonides en 1904 (p. 912).

Fournier (V.), Chaudot (A.) et Fournier (G.). — Observation des Perséides en 1904 et détermination des hauteurs au-dessus du sol (p. 960).

Le maximum paraît s'être produit dans la soirée du 12 août. Pour quatre météores on a pu déterminer les hauteurs d'apparition et de disparition; les résultats sont les suivants :

	Hauteur		Longueur de la trajectoire.
	à l'apparition.	à la disparition.	
	km	km	km
<i>a</i>	148,92	59,31	122,86
<i>c</i>	107,63	66,50	56,65
<i>g</i>	283,38	52,82	245,88
<i>k</i>	134,34	34,67	155,4

Læwy. — Détermination faite en 1902 de la différence de longitude entre les méridiens de Greenwich et de Paris (p. 1010).

Mascart (Jean). — Pendule en acier-nickel entretenu électriquement (p. 1026).

Deslandres (H.). — Groupe de bandes négatif de l'air avec une forte dispersion. Variation du spectre avec la pression (p. 1174).

Prix d'Astronomie décernés par l'Académie en 1904.

Prix Lalande : M. S.-W. Burnham.

Prix Valz : M. de Campos Rodrigues.

Prix Janssen : M. Häskey.

Comète Tempel (1873 II, retour de 1904). — Observations par MM. Rambaud et Sy.

Comète Giacobini (1904 d, 1904 déc. 17). — Observations par M. Giacobini.

Comète Giacobini (1904 d, 1904 déc. 17). — Éléments et éphéméride par MM. Fayet, Giacobini, Maubant.

G. B.

T. CXL (1^{er} semestre de 1905), n^{os} 1-26.

Moureaux (Th.). — Sur la valeur des éléments magnétiques (au Val-Joyeux) au 1^{er} janvier 1905 (p. 107).

Éléments.	Valeurs absolues au 1 ^{er} janv. 1905.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14° 57', 69	—4', 50
Inclinaison	64° 51', 1	—3', 8
Composante horizontale	0, 19724	+0,00042
Composante verticale	0, 42015	—0,00029
Composante Nord	0, 19055	+0,00047
Composante Ouest	0, 05092	—0,00014
Force totale	0, 46414	—0,00009

Féry (Ch.). — Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques (p. 106).

On a fait varier l'amplitude du pendule par le changement du poids moteur et ainsi on a trouvé que, pour l'horloge considérée, il y a une amplitude déterminée (2° 13') pour laquelle le balancier présente son minimum de temps d'oscillation. Cette *amplitude de réglage* sera celle qu'il est utile d'obtenir pour que l'horloge ait la meilleure marche.

Lœwy et Puiseux. — Étude des photographies lunaires. Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète (p. 192).

Bassot. — Présentation de trois Volumes des *Annales de l'Observatoire de Nice* (p. 198).

Janssen (J.). — Sur une récente ascension au Vésuve (p. 200).

Amann (Dom M.) et Rozet (Dom Cl.). — Ombre secondaire observée sur les anneaux de Saturne en octobre, novembre et décembre 1904 (p. 297).

Le bord extérieur de l'ombre de la planète sur les anneaux présentait (en raison de la convexité de ceux-ci) une courbure concave. Le phénomène signalé ici est une ombre nouvelle bordant la précédente et présentant une courbure de sens contraire. Cette ombre secondaire pourrait être produite par la réfraction des rayons lumineux à travers une atmosphère de la planète.

Milochau. — Sur une mesure de la hauteur de la couche renversante, obtenue à l'aide de la grande lunette de l'Observatoire du mont Blanc (p. 354).

Les images étant parfaitement calmes, la fente d'un spectroscopie fut placée exactement tangente au bord solaire et l'on vit alors dans le rouge deux raies brillantes pour lesquelles on trouva les longueurs d'onde 6439 et 6494 : c'étaient donc deux raies du calcium et elles devaient appartenir à la couche renversante. De la longueur de ces raies on conclut que la couche qui les donnait avait une hauteur de 0",15.

Hansky (A.). — Observations de la lumière zodiacale faites au sommet du mont Blanc (p. 355).

Observations de position et considération sur l'utilité de ces observations, sur les causes de la lumière zodiacale et sur ses relations avec la couronne solaire.

Guillaume (J.). — Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 4^e trimestre de 1904 (p. 420).

Hansky (A.). — Observations actinométriques faites au sommet du mont Blanc (p. 422).

Ces observations, faites avec les appareils de M. Crova, conduisent à admettre 3^{cal},3 pour la valeur la plus probable de la constante solaire.

Teisserenc de Bort (L.). — Variation de la température quotidienne dans la haute atmosphère (p. 467).

Résumé des observations faites depuis 3 ans, au moyen de ballons-sondes. Dans l'épaisseur de la région atmosphérique explorée, on peut

distinguer trois régions, séparées aux altitudes de 3^{km} et de 9^{km} à 10^{km} .

Dans la région moyenne les isothermes sont sensiblement parallèles, et d'un jour à l'autre leur changement se borne à s'espacer ou à se resserrer dans des limites assez restreintes.

Dans la région inférieure (même en laissant de côté les 300 ou 400 premiers mètres) les isothermes présentent des inflexions nombreuses, et même souvent des courbes fermées, correspondant donc à des inversions.

Enfin, dès qu'on atteint la région supérieure, il y a arrêt presque subit dans le décroissement de la température et l'on retrouve encore des isothermes fermées correspondant aussi à des inversions, de sorte que, contrairement à ce qu'on pourrait croire, il y a autant d'irrégularités que près du sol.

Bigourdan (G.). — Observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905 (p. 473).

Mesures de la corde de la partie éclipcée.

Moreux (Th.). — La grande tache solaire de février 1905 (p. 487).

Dessin de cette tache qui avait $4'12''$ de longueur.

Puiseux (P.). — Sur l'observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905 (p. 559).

Études de 12 clichés photographiques de cette éclipse, pris avec le grand équatorial coude de l'Observatoire de Paris.

Salet. — Sur une application du diaphragme-iris en Astronomie (p. 561).

Ce diaphragme a été monté sur un oculaire, tout près du plan des fils; on se propose de supprimer ainsi la lumière diffuse et aussi d'étudier l'erreur due à l'astigmatisme dans les mesures d'étoiles doubles.

Moreux (Th.). — Sur la constitution des taches solaires (p. 632).

Dessin de la grande tache de janvier 1904 : son noyau présentait un voile dont la constitution rayonnée rappelle tout à fait celle de la pénombre.

Driencourt. — Sur la détermination par transport de temps des différences de longitude à Madagascar et à la Réunion (p. 639).

Forel (F.-A.). — Le cercle de Bishop de la montagne Pelée de la Martinique (p. 694).

Ce cercle, signalé par des observateurs isolés, depuis l'été de 1902, a disparu complètement vers le milieu de juillet 1904 : il avait donc duré un peu plus de 2 ans. Après l'éruption du Krakatoa, il avait duré 3 ans.

Hansky (A.). — Sur la photographie de la couronne solaire au sommet du mont Blanc (p. 768).

M. Hansky a cherché à photographier la couronne au moyen de la partie rouge du spectre solaire (jusqu'à $\lambda 660$) et en éliminant les autres rayons au moyen d'écrans dont il indique la composition; on cachait d'ailleurs le Soleil au moyen d'un disque de laiton ayant un diamètre un peu supérieur à celui du Soleil dans la lunette employée.

Un négatif étant ainsi obtenu, on a fait ressortir l'auréole par des passages successifs de ce négatif à un positif et inversement, avec développements et renforcements convenables.

Les douze négatifs directs obtenus ainsi au sommet du mont Blanc ont tous donné, dit M. Hansky, une auréole de même forme. Malheureusement on n'y distingue aucun des jets qui caractérisent si bien la couronne en soleil éclipsé. D'ailleurs des objections ont été présentées par M. Deslandres (p. 965).

Branly (Edmond). — Distribution et contrôle d'actions produites à distance par les ondes électriques (p. 777).

Poincaré (H.). — Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur (p. 998).

Hansky (A.). — Observations actinométriques au sommet du mont Blanc en 1904 (p. 1008).

Ces observations ont conduit à $3^{\text{m}},23$ pour la constante solaire, en accord avec les résultats des observations faites au même lieu dans les années précédentes.

Fabry (Ch.). — Sur l'application au spectre solaire des méthodes de spectroscopie interférentielle (p. 1136).

Langevin (P.). — Sur l'impossibilité physique de mettre en évidence le mouvement de translation de la Terre (p. 1171).

Colin (le P.). — Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive (p. 1219 et 1521).

On a continué, autour de Tananarive, la triangulation commencée; et le levé magnétique a été étendu à 26 points, portant à 118 le nombre de stations déjà faites. En outre on a fait de nombreuses déterminations magnétiques absolues à Tananarive de mars 1904 à avril 1905.

Mascart (Jean) et Ebert (W.). — Lunette méridienne photographique pour déterminer les ascensions droites (p. 1314).

Cette lunette, construite par M. Gautier suivant les idées de M. Lippmann, est installée à l'Observatoire de Paris. Les auteurs la décrivent maintenant, et ils ajoutent :

« A l'heure actuelle, cet instrument ne peut être considéré que comme un modèle destiné à bien mettre en évidence les meilleures conditions qu'il faudra réaliser à l'avenir dans l'étude et la construction du système imaginé, à en faire sentir la portée, et à établir la technique désirable pour aboutir à des résultats d'une réelle précision.

Puis ils indiquent les améliorations à apporter à l'instrument existant.

Guyou (E.). — Transmission précise de l'heure par le téléphone (p. 1429).

Dans cette transmission, la précision désirable a été obtenue en faisant entendre le battement même de la pendule, par l'intermédiaire d'un microphone spécial introduit dans la boîte de cette pendule. Les essais ont été faits entre l'Observatoire du Bureau des Longitudes, à Montsouris, et divers points du réseau parisien; même l'heure a pu être transmise jusqu'à Brest.

Hergesell (H.). — Ascensions de ballons-sondes exécutées au-dessus de la mer par S. A. S. le Prince de Monaco au mois d'avril 1905 (p. 1569).

Rayet (G.). — Les ombres mouvantes de l'éclipse totale du Soleil du 12 mai 1706 (p. 1577).

Observations faites à Narbonne par MM. de Joly, père et fils.

Fauvielle (W. de) et Bordé (Paul). — La météorologie des éclipses totales de Soleil (p. 1665).

On rappelle les résultats astronomiques obtenus par M. J. Elliot dans l'Inde, lors de l'éclipse totale de janvier 1898. Utilité de répéter ces observations en ballon.

Renan (H.) et Ebert (W.). — Sur une détermination de la constante d'aberration au moyen des observations de trois étoiles très voisines du pôle (p. 1669).

Après avoir rappelé l'incertitude qui règne encore sur la vraie valeur de la constante d'aberration, les auteurs déterminent cette constante au moyen des positions qu'ils ont obtenues pour trois étoiles très voisines du pôle : ils arrivent à la valeur $20'',434 \pm 0'',030$.

Brillouin (M.). — Le mouvement de la Terre et la vitesse de la lumière (p. 1674).

Comète 1867 II (retour de 1905). — Éphéméride, par M. R. Gautier.

Comète 1904 d (Giacobini). — Observations par MM. Courty, Rambaud, Sy.

Comète 1904 e (Borrelly). — Observations par MM. Bigourdan, Borrelly, Chofardet, Esmiol, Guillaume, Rambaud, Sy.

Comète 1904 e (Borrelly). — Éléments et éphéméride par MM. Fayet, Maubant.

Comète 1905 a (Giacobini). — Observations par MM. Bigourdan, Esclangon, Giacobini, Rambaud, Rossard, Sy.

Comète 1905 a (Giacobini). — Éléments et éphéméride par MM. Giacobini, Maubant.

G. B.

T. CXLI (2^e semestre de 1905), n^o 1-26.

Monpillard (F.). — Méthode pour établir des écrans colorés, destinés à isoler certains groupes de radiations spectrales (p. 31).

Dans les dernières années, l'emploi d'écrans destinés à éliminer telles ou telles radiations a pris un grand développement. Ces écrans sont très souvent constitués par une matière colorante incorporée dans de la gélatine coulée en lames minces. M. Monpillard indique comment il procède pour déterminer la composition et le poids du mélange colorant à employer pour obtenir un résultat donné.

Teisserenc de Bort (L.). — Vérification des altitudes barométriques par la visée directe des ballons-sondes (p. 153).

La formule barométrique a donné des résultats en accord avec les déterminations trigonométriques; les discordances paraissent tenir à un retard de l'organe barométrique,

Læwy. — Nouvelle méthode pour la détermination directe de la réfraction à toutes les hauteurs (p. 157 et 289).

En 1886 M. Læwy a indiqué deux méthodes pour déterminer la réfraction, en employant un double miroir placé devant l'objectif d'un équatorial et formant une sorte de compas d'ouverture constante.

La première de ces méthodes pouvait faire connaître la *constante* de la réfraction, c'est-à-dire la déviation des rayons lumineux à 45° de hauteur; et la seconde évalue la déviation à une certaine hauteur qui dépend de l'ouverture du compas : à 63°28' pour une ouverture de 90°, à 44° pour une ouverture de 120°, etc.

Dans cette seconde méthode il faudrait donc employer autant de compas d'angles différents qu'il y aurait de hauteurs pour lesquelles on désire obtenir la grandeur de la réfraction.

Aujourd'hui M. Læwy montre comment avec un compas unique on peut déterminer la réfraction à une hauteur quelconque, et il développe les formules à employer.

André (Ch.). — Appareil à éclipses artificielles de Soleil (p. 168).

Au foyer d'une lunette visant le Soleil on place un disque métallique sensiblement égal à l'image du Soleil dans cette lunette : ce disque

figure la Lune. Suivant la position donnée à ce disque dans un plan on obtient à volonté une éclipse totale ou une éclipse partielle.

Pour que l'analogie soit plus complète, on règle sur le mouvement horaire de la Lune le mouvement d'horlogerie qui entraîne la lunette.

Berget (A.). — Sur la chute de grêle du 16 juillet 1905 à Maisons-Laffitte (p. 232).

Certains grêlons ont atteint le poids de 70^g.

Janssen. — Sur l'éclipse solaire totale du 30 août 1905 (p. 233).

Projets pour l'observation de cette éclipse.

Garrigou-Lagrange (Paul). — Les mouvements généraux de l'atmosphère en hiver (p. 283).

Pansiot (A.). — Sur le jour sidéral (p. 342).

Deslandres (H.). — Étude de l'atmosphère solaire autour des taches (p. 377).

Voir *Bull. astr.*, t. XXII, 1905, p. 305.

Deslandres (H.). — Spectres ultra-violetts de la couche renversante pendant l'éclipse totale du 28 mai 1900 (p. 409).

Les appareils employés ont été décrits dans un rapport préliminaire (*Bull. astr.*, t. XVIII, 1901, p. 129) et aujourd'hui on donne un extrait des longueurs d'onde des raies nouvelles reconnues dans le spectre-éclair, entre les longueurs d'onde 3066 et 3148.

Deslandres (H.). — Remarques sur l'état actuel des recherches solaires et sur les moyens de les améliorer (p. 477).

Janssen (J.). — Sur la création d'une association internationale pour les études solaires (p. 572).

Principales résolutions prises par cette association dans sa réunion d'Oxford, fin septembre 1905. La prochaine réunion aura lieu à Meudon en septembre 1907.

Lœwy. — Sur le premier Volume du *Catalogue photographique du Ciel* publié par l'Observatoire de Bordeaux (p. 573).

Crémieu (V.). — Recherches sur la gravitation (p. 653 et 713).

Ces recherches ont été faites avec la balance de Cavendish, mais en plongeant les masses attirantes fixes et les masses attirées mobiles dans un même liquide. La première Note se borne à la description de l'appareil; les résultats montrent nettement la possibilité de réussir ainsi l'expérience. La seconde conclut que, au sein des liquides, l'expérience de Cavendish peut être répétée dans des conditions égales sinon supérieures à celles réalisées dans l'air.

Brunhes (Bernard) et Baldit (Albert). — Sur la dissymétrie de la déperdition électrique en pays de montagne : rôles comparés de l'altitude et du relief (p. 693).

Moureaux (Th.). — L'aurore boréale du 15 novembre 1905 et les perturbations magnétiques des 12 et 15 novembre (p. 849).

Cette aurore boréale, apparue en divers points du nord et de l'ouest de la France, a été accompagnée d'une forte perturbation magnétique, survenue le 15 à 3^h 25^m du soir, temps moyen de Paris. Une tache solaire importante a dû passer au méridien central le 13 au soir.

Rey (J.). — Observations d'électricité atmosphérique sur la Terre de Graham (p. 850).

La variation diurne suit la même loi que dans les régions tempérées : oscillation simple, avec minimum très net vers 4^h 30^m du matin et maximum très accentué vers 2^h 30^m du soir. Quant à la valeur absolue du champ, elle est nettement inférieure à celle qu'elle présente dans les régions tempérées; ainsi se trouve confirmée l'hypothèse déjà faite d'un affaiblissement du champ terrestre à mesure que l'on se rapproche des pôles.

Belot (E.). — Sur la loi de Bode et les inclinaisons des équateurs planétaires sur l'écliptique (p. 937).

Guillaume (J.). — Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 1^{er} trimestre de 1905 (p. 1208).

Éclipse de Soleil du 30 août 1905. — Observations par MM. Andoyer, André, Bigourdan, Bourget, P. Cirera, Comas-Solà, Deslandres, Eginitis, Janssen, Jaubert, Dom Jehl, Landerer, Libert, Lœwy, Mailhat, Meslin, Millochau, Montangerand, Moye, Nordmann, P. Salet, Stéphan, Stéphanic, Trépied, de la Vaux.

Comète Giacobini (1905 décembre). — Observations, par M. Giacobini. Éléments et éphémérides, par M. Giacobini.

Planète YR. — Observations faites par M. Esclangon.

Prix d'Astronomie décernés par l'Académie des Sciences :

Prix Guzman (arrérages) : M. Perrotin.

Prix Lalande : M. W.-H. Pickering.

Prix Valz : M. Giacobini.

Prix Pontécoulant : M. Kapteyn.

Prix Damoiseau : MM. Fayet et Fabry.

Prix Janssen : M. Millochau.

G. B.

VARIÉTÉS.

CLAVIUS ET L'ASTROLABE ;

PAR M. JEAN MASCART.

[Suite (1).]

Pourquoi donc Clavius ne cite-t-il pas Danti ?

C'est ce que nous espérons montrer dans un instant.

Clavius fit une assez bonne édition d'Euclide (2), qui sort nettement du cadre de ce travail ; il reprit les *Sphériques* de Théodose

(1) Voir *Bulletin astr.*, t. XVII, p. 86, 166, 215, 491 et t. XXIII, p. 45, 119, 153 et 318.

(2) CANTOR, *Loc. cit.* t. II, 2^e fasc., 1900, p. 555.

et, si sa Trigonométrie rectiligne ne contient rien de particulier, sa Trigonométrie sphérique débute par un grand nombre de théorèmes généraux dans le goût de Théodose et de Ménélaüs; un volume de ses œuvres complètes ⁽¹⁾ est rempli par le commentaire sur Sacro-Bosco que nous avons cité plus haut; un autre volume traite de la réforme grégorienne.

Clavius consacre, à la *Gnomonique*, un gros volume de 900 pages in-folio en caractère très fin. Il cite Théodose, Nonius, Commandin, Oronce-Fine, Jean-Conrad Ulmérus, Jean-Baptiste Vimercatus. André Schoner, Jean Paduanus ⁽²⁾, Pierre Roderic, Maurolycus, Jean Bénédicte ⁽³⁾, personnages que, pour la plupart, nous venons de voir avec leurs rôles respectifs. Pour l'un d'eux, cependant, nous avons déjà un mot à dire; Clavius cite donc André Schoner, compatriote et ami de Regiomontanus, or André ne fait

⁽¹⁾ Christophori CLAVII *Bambergensis Opera mathematica*. In-fol., 5 vol. Moguntiae, 1612. Comprenant : *Sphériques de Théodose*, un Volume d'*Astronomie*, un du *Calendrier* et un de *Gnomonique*, celui-ci ayant environ 900 pages in-folio d'un caractère très fin.

⁽²⁾ *Opera nuova di Gio. de Paduani dell' uso dell' istromento astronomico da lui intitolato Horoscopia*, trad. de lat. in volg. In-4°. Verona, 1560.

Jo. PADUANI, *Veronensis viridarium mathematicum, in quo ferè omnia quæ in rebus astronomicis desiderari possunt, facillime pertractantur. Instrumenta nonnulla ab eo super excogitata*. In-4°. Venet., 1563.

JOHANNIS PADUANI, *Liber de compositione et usu horologiorum solarium ad omnes regiones*. In-4°. Venet., 1582.

Dell' uso dell' horoscopia di don Giovan. Paduainio. Verona, 1590.

⁽³⁾ Un Traité allemand, dont une partie détachée peut avoir été achevée de 1555 à 1564, fut écrit par Frater Fredericus Ordinis S. Benedicti, professus monasterii St. Emmerani Ratisponensis; ce Traité, dont Bénédicte est peut-être même l'auteur, concorde en certains points avec les recherches d'un maître beaucoup plus important de l'époque, Johannes Widmann, précurseur de Regiomontanus dont Clavius ne cite même pas les Tables.

Il s'agit là, aux yeux de Clavius, d'un mathématicien de second ordre dont nous pouvons citer :

Jo.-Bapt. BENEDICTUS, *De gnomorum umbrarumque solarium usu*. In-fol. Aug. Taurin, 1554.

Jo.-Bapt. BENEDICTI, patricii Veneti, philosophi. *De gnomorum umbrarumque solarium usu liber*, ad ser. Emm. Philib. Allob. et Subalpin. Oncem invictis. In-fol. Aug. Taurin, 1574.

J. BENEDICTI, *Tiernaviensis de cælo et elementis liber*; in-4°. Lutet., 1585.

Même titre pour un Ouvrage édité à Rome en 1595.

pas autorité en la matière : ses Tables (Wittemberg, 1537) ne sont que des *Tables alphonsines* mieux disposées, et il s'est presque exclusivement borné à publier des œuvres de son père Jean Schoner, astronome plus notoire. Par conséquent on peut s'étonner, dès à présent, que Clavius ne cite pas Jean Schoner, *qu'il ne pouvait donc ignorer*, bien que celui-ci paraisse avoir fait un certain nombre d'emprunts à Scaliger.

Mais il y a plus. Après une telle compilation apparente, après des travaux aussi nombreux de Gnomonique ⁽¹⁾, on pourrait croire que Clavius va nous renseigner entièrement sur l'état exact des connaissances à ce sujet : il reproche à ses prédécesseurs d'avoir trop consacré aux constructions pratiques et d'être obscurs par manque de démonstrations, reproche assez souvent mérité ; mais, lui-même, va tomber dans l'excès contraire, défaut peut-être encore plus grave, et, somme toute, sa *Gnomonique* est une compilation où il noie dans un long verbiage les quelques points véritablement neufs et intéressants. D'ailleurs, cette compilation est également incomplète : il y manque, avant tout, la moindre mention de Munster, astronome de premier ordre dont la *Gnomonique* avait eu plusieurs éditions depuis un demi-siècle. Il était impossible, à l'époque de Clavius, d'ignorer les travaux de Munster : pourquoi Clavius n'en parle-t-il point ? L'hypothèse la plus probable est la suivante : c'est parce que Munster s'était converti au luthérianisme.

En outre, les méthodes graphiques de Clavius sont plus longues, et notablement inférieures à des procédés assez anciens, sans compter que son besoin de compilation le rend coupable d'erreurs singulières : ainsi il démontre que les *cercles des heures inégales sont aussi des grands cercles* ; or cette question l'avait longtemps tourmenté, il l'avait inutilement posée à tous les mathématiciens

(¹) *Gnomonices*, Libri VIII, auct. CHRISTOPH. CLAVIO; in-fol. Romæ, 1581.

Réimprimé en 1587, 1602, 1612 : ce Traité est le plus considérable des livres de Gnomonique.

CHRIST. CLAVII, *Fabrica et usus instrumenti ad horologiorum descriptionem opportuni*; in-4°. Romæ, 1586.

CHRIST. CLAVII, *Constructio fundamenti horologiorum*; in-4°. Lovanii, 1595.

CHRIST. CLAVII, *Horologiorum nova descriptio*; in-4°. Romæ, 1599.

de l'Europe et, ce qui est plus extraordinaire encore, lui-même en avait démontré la fausseté dans son *Traité sur l'Astrolabe*. Au reste, on trouve dans sa *Gnomonique* un ensemble de prolégomènes propres à rebuter le lecteur, des propriétés fort anciennes et démontrées sans élégance, d'autres assez obscures et longues, quelquefois absolument inutiles et, en tous cas, une abondance stérile dans la multiplication des lignes des cadrans. Enfin il expose une machine propre à faciliter la description des cadrans — inventée par un Espagnol nommé Ferrer — sorte d'équatorial sur lequel il n'y a pas lieu d'insister

L'*Astrolabe* de Clavius est dédié :

Au sérénissime prince et seigneur D. François-Marie II, duc d'Urbino.

Ici l'auteur constate que les Mathématiques constituent une science dont les fondements sont à peine jetés, car toute recherche nouvelle fait surgir de nouveaux problèmes et, comme l'a dit Sophocle, « le travail semble ajouter le travail au travail » ; mais il reste assez modeste en disant que, « s'il ne peut être juge en la matière, il peut du moins être témoin ». Puis il glorifie l'invention du *planisphère* (astrolabe) par Ptolémée, considère comme ingénieuses les notes explicatives de Commandin, et surtout les travaux de l'abbé Maurolycus, « le premier sans contredit de tous les mathématiciens de son temps » ; et il expose son ambition de multiplier les tracés de cercles sur l'astrolabe : or, nous savons qu'un pareil but va principalement consister à embrouiller, à alourdir l'instrument dont la lecture devient impraticable. Au reste, cette fois, la modestie n'est plus qu'apparente : « et certainement, » qu'on me permette de parler franchement et sans aucune prétention ; grâce à Dieu, qui vient en aide à ceux qui travaillent, » je crois avoir trouvé des choses qu'auparavant c'eût été folie, je » ne dis pas d'espérer, mais de désirer.... Puis (ce qui est à mon » avis du plus haut intérêt) j'enseigne de plusieurs manières comment il faut diviser en ses degrés un cercle quelconque figuré » sur l'astrolabe.... »

Clavius devient de plus en plus emphatique lorsqu'il s'agit de la théorie des triangles sphériques, à laquelle il n'apporte aucun

perfectionnement sensible, ce qui ne l'empêche pas de dire : « Et » cette partie de l'Ouvrage a une telle portée qu'il n'est pas de » problèmes sur les triangles sphériques (or les problèmes sont » infinis), explicable par les sinus et les nombres, que nous n'expli- » quions convenablement.... » Ces problèmes peuvent, on le sait, se ramener à des types très limités, et l'auteur se perd dans une foule de propriétés pour la plupart inutiles. « Par conséquent, je » le dis timidement, mais la vérité me rend plus hardi, je déclare » hautement que toute la *théorie du premier mobile* (mouvement » diurne) est contenue dans notre *Mémoire*.... C'est une entre- » prise dont, jusqu'à notre époque, à ma connaissance, aucun » mathématicien n'a eu l'idée; au point que Ptolémée lui-même » ne reconnaîtrait pas son enfant (!). »

Suivent les louanges traditionnelles du prince.... Rome, le troisième jour après les nones de septembre 1593.

Ceci fait, l'auteur explique comment l'astrolabe permet d'étudier le mouvement diurne et les problèmes qui s'y rattachent par des constructions géométriques sur une feuille de papier, au lieu de recourir à la figuration sur une sphère : il s'étend de nouveau trop longuement sur des détails oiseux, notant qu'il est plus facile de transporter un objet plan qu'un autre qui serait sphérique, montrant que le papier est avantageux parce que l'on peut fréquemment changer de feuille sans multiplier les tracés, insistant sur ce fait que la construction d'un instrument n'est jamais parfaite, puis il revient à nouveau sur son grand titre de gloire « Nous enseignerons très clairement par quelle méthode, dans » les triangles sphériques eux-mêmes, ce qui pourrait paraître » étonnant, on peut calculer très exactement les angles d'après » les côtés, et réciproquement les côtés d'après les angles, sans » l'aide des nombres et des sinus... » et, sous forme de prolégomènes, il rapporte les notions les plus élémentaires sur les différents cercles de la sphère et sur ceux qu'il est utile de tracer sur l'astrolabe, afin d'avoir sous la main d'une façon précise leur situation céleste.

L'Ouvrage même de l'*Astrolabe* est divisé en trois Livres :

Dans le *premier Livre*, Clavius démontre divers théorèmes et

problèmes, tous compris sous le nom de *lemmes*, car ils seront empruntés, en temps utile, soit pour ce qui se rapporte aux projections des cercles sur un plan, soit pour les usages de l'astrolabe. Il expose, en particulier, la doctrine des prostaphérèses de Raymarus Ursus et l'étend, *sans aucune difficulté*, aux tangentes, aux sécantes et aux sinus verses dont Raymarus n'avait point parlé : il l'emploie dans tous les cas des triangles sphériques, et là se borne ce qu'il nous avait tant vanté.

Le *second Livre* est le plus important : il renferme le tracé des cercles et leur division. En effet, les divisions équidistantes de tous les cercles célestes sont, sur le plan de l'astrolabe, projetées en parties inégales — sauf, ici, pour l'équateur et ses parallèles ; il importe donc d'indiquer les moyens propres à la division sur l'instrument, tandis que beaucoup d'auteurs ne s'occupaient jusque-là de graduer sur le plan de l'astrolabe que l'équateur, l'écliptique, l'horizon et leurs parallèles. Clavius ne fait d'ailleurs qu'étendre le procédé rapporté par André Schoner : il en donne une démonstration et confirme géométriquement cette méthode ; au reste ce souci nouveau le fait tomber dans un excès contraire, et il multiplie inutilement les graduations, problèmes, démonstrations de propriétés variées, constructions, remarques, qui n'ont rien à voir, au fond, avec l'astrolabe.

(*A suivre.*)

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR L'EMPLOI DU CHRONOGRAPHE IMPRIMANT; ✓

PAR MM. F. BOQUET ET J. CHATELU.

(TROISIÈME NOTE.)

L'emploi du chronographe imprimant de M. P. Gautier tend à se répandre de plus en plus. Cet appareil, en effet, vient d'être adopté successivement par les Observatoires de Besançon, Toulouse, Nice, et par l'École des Ingénieurs de Porto-Alegro (Brésil); enfin, le cercle méridien du jardin, à l'Observatoire de Paris, a été tout récemment muni de cet instrument.

En publiant cette troisième Note, nous nous proposons d'indiquer quelques modifications de détail, mais non sans importance, qui ont été apportées au mécanisme; et aussi, de répondre aux questions qui nous ont été posées sur les conditions du meilleur fonctionnement de l'instrument.

Nous renvoyons pour la description de l'appareil au Volume XXV des *Annales de l'Observatoire de Paris (Mémoires)* et au *Bulletin astronomique* (t. XXII, p. 257), ainsi qu'à nos deux Notes *Sur la précision des observations au chronographe imprimant* publiées dans ce même recueil (t. XXII, p. 283, t. XXIII, p. 83).

Modifications apportées à l'appareil. — Les changements effectués dans la construction du chronographe ont eu surtout pour but de diminuer la fatigue de certaines pièces et de faciliter l'entretien de l'instrument.

1° Le levier de la roue d'échappement qui, à chaque révolution, passe sur le plan incliné a été garni à son extrémité d'un petit galet de 8^{mm}. On a ainsi substitué un frottement de roulement à un frottement de glissement, le jeu du levier est rendu beaucoup plus facile. De plus, le ressort plat qui agissait par pression, pour faire rentrer le doigt du levier dans les intervalles des dents de la roue de commande, a été remplacé par un ressort à boudin plus fort et agissant par traction. L'action du premier s'affaiblissait

assez rapidement et la reprise du mouvement se faisait moins nettement. Il y avait frottement du doigt sur le profil des dents, grincement, et surtout usure des dents. Du reste, pour parer plus complètement à ce dernier inconvénient, on a substitué l'acier au bronze pour la roue de commande : le doigt et la roue qu'il entraîne sont tous deux en acier.

2° Les expériences faites au chronographe du grand instrument méridien ont montré que le mouvement d'horlogerie tend à se ralentir lorsque la corde métallique entraînant le tambour n'agit plus que sur son premier enroulement. Ce fait se produit lorsque le poids moteur est environ aux deux tiers de sa chute. Si alors le réglage à l'avance est un peu trop juste il y a perte d'une seconde. En augmentant le diamètre du tambour on fait disparaître cet inconvénient. Dans les nouveaux appareils le diamètre est de 9^{cm}, 8. Cette modification sera faite très prochainement au chronographe du grand méridien. A propos de l'action du poids moteur nous ferons remarquer, c'est d'ailleurs de toute évidence, qu'il y a grand avantage (lorsque la disposition du local le permet) à installer l'appareil de manière que la corde ne passe pas sur des poulies de renvoi.

3° Enfin nous signalerons encore un perfectionnement qui a une grande importance. La partie qui porte les roues d'impression, c'est-à-dire toute la minuterie, peut se démonter sans qu'on soit obligé d'enlever les électro-aimants et de déplacer les marteaux. Il est alors extrêmement facile d'effectuer le changement des huiles de cette partie de l'appareil, de beaucoup la plus délicate. Il suffit, en effet, d'enlever les quatre vis qui fixent sur la cloison le cylindre évidé dans lequel se trouvent les roues d'impression.

Réglage de l'appareil. — Nous exposerons successivement les remarques que nous avons été amenés à faire sur le réglage du mouvement d'horlogerie et sur celui du mécanisme d'impression. Les nombres que nous donnons n'ont et ne peuvent avoir rien d'absolu, puisqu'ils se rapportent au seul appareil que nous avons étudié, mais tels quels ils éviteront, nous en avons la conviction, bien des tâtonnements aux astronomes qui auront à mettre au point le chronographe.

1° La condition essentielle, indispensable du bon fonctionne-

ment de l'instrument est que le mouvement d'horlogerie soit à l'avance : cela résulte du système même de synchronisation qui n'agit que quand la roue rapide (roue des centièmes de seconde) prend de l'avance. Au retard, il y a nécessairement perte de seconde au bout d'un temps plus ou moins long. Il résulte de nombreuses expériences que dans notre chronographe en marche normale, c'est-à-dire après nettoyage et changement des huiles, la roue rapide a une vitesse uniforme de rotation d'un tour en $0^s,988 \pm 0^s,002$. On remarquera que le doigt d'échappement et par suite la roue des centièmes ne sont arrêtés par le butoir de l'électro-aimant de synchronisation que pendant un temps très court (au maximum $0^s,01$), quantité absolument négligeable; immédiatement après cet arrêt la roue rapide reprend un mouvement de rotation uniforme, puisque alors elle fait corps avec la roue de commande. Dans la description que nous avons donnée de l'appareil, nous avons dit comment il est très facile de déterminer cette quantité puisqu'il suffit de maintenir l'armature de l'électro-aimant abaissée pour que l'appareil ne soit plus synchronisé. On peut alors enregistrer des tops, de minute en minute par exemple, et en déduire l'avance par seconde. Dans les déterminations que nous avons faites nous laissons l'instrument en marche libre pendant 10 minutes en enregistrant des tops toutes les 10 secondes. Lorsque, par suite de l'usure des huiles et de l'encrassement des pivots, la vitesse n'est plus que d'un tour en $0^s,995$ ou $0^s,994$, il y a lieu de craindre qu'il y ait perte de seconde. Aussi, dans ce cas, nous n'avons jamais hésité à faire procéder au changement des huiles. En surchargeant le poids moteur on peut obtenir une légère accélération du mouvement, mais on conçoit qu'il y a inconvénient grave à augmenter un poids déjà considérable. En résumé, pour être certain du bon fonctionnement de l'instrument, il suffit de déterminer, de temps à autre, la marche de l'appareil non synchronisé. Le chronographe Gautier installé au grand méridien est actuellement employé au service de jour et au service de nuit, il peut fonctionner trois mois et plus sans qu'on soit obligé de le visiter. Le démontage et le remontage se font d'ailleurs très rapidement, en 4 heures au maximum. Grâce à la disposition nouvelle signalée plus haut, le changement des huiles demandera beaucoup moins de temps; il pourra même être fait

par l'astronome lui-même sans qu'il soit obligé de recourir à l'habileté du mécanicien. Il n'y a donc pas à craindre de ce fait que l'instrument soit longtemps hors service.

Dans le chronographe actuellement en service à Abbadia, il peut se présenter des périodes d'avance et de retard pendant la marche. Les différences ne sont généralement pas fortes, mais peuvent cependant atteindre trois ou quatre centièmes. On obvie très facilement à ces inconvénients, ainsi que l'a constaté M. l'abbé Verschaffel, en huilant abondamment toutes les parties quelconques qui frottent ou qui se touchent par un simple roulement, comme les dents des engrenages. Mais, si la marche de l'appareil n'en devenait pas meilleure, il faudrait procéder au nettoyage. Dans le chronographe à pendule conique installé à la lunette de Gambey, nous n'avons pas constaté d'aussi grands écart. Les expériences ont montré qu'en marche libre l'appareil avait une vitesse initiale d'un tour en 0^s,997, vitesse s'accélégrant de 0^s,0014 environ par tour.

2° Lorsque l'appareil a été bien réglé par le constructeur, il n'y a guère à craindre de dérangement dans le déroulement des bandes de papier. La seule précaution à prendre est de s'assurer que le papier noir gras présente partout la même largeur que le papier blanc. Ce dernier se trouve dans le commerce en rouleaux d'une grande longueur, tandis que le papier à imprimer doit être découpé dans des feuilles et les morceaux rattachés. Quel que soit le soin apporté à cette opération, il arrive que les bandes n'ont pas partout exactement la même largeur : trop larges, elles suivent difficilement le cylindre entraîneur; trop étroites, on risque de mal imprimer les chiffres des roues extrêmes, ce qui est surtout très grave pour la roue des centièmes, car on risque de perdre des observations. L'enroulement sur les broches est assez difficile à bien faire, et il en peut résulter une gêne dans le jeu du papier. Il serait à désirer qu'on pût avoir des rouleaux de papier gras identiques à ceux du papier blanc. Lorsque le déplacement de la bande ne se fait pas régulièrement, on peut le faciliter provisoirement en fixant un poids de quelques grammes sur la partie pendante, ce léger poids suffit le plus souvent pour obliger les soudures à passer entre les cylindres conducteurs et éviter un arrêt dans le déroulement. Lorsque l'arrêt est dû au mauvais fonction-

nement des broches, ou plutôt au mauvais enroulement du papier noir, il n'y a qu'à dérouler celui-ci de quelques tours en sens inverse pour que le jeu redevienne normal. Ces accidents sont d'ailleurs fort rares.

Mode de synchronisation. — Nous avons essayé successivement la synchronisation du chronographe à l'aide : 1° d'un relais, 2° du pendule (à contact simple) d'une horloge, et enfin 3° d'un pendule (sans horloge) avec contact Breguet, ces divers appareils placés, il n'est pas besoin de le dire, dans le circuit local et synchronisés par la pendule sidérale directrice.

Le pendule à triple contact de Breguet a donné les meilleurs résultats; depuis l'installation de cet appareil (5 mars 1906) il n'y a pas eu un seul manque. L'oxydation qui se produit toujours à la longue sur les contacts est très facile à enlever, chaque lamelle pouvant se soulever et se visiter séparément, sans qu'on soit obligé d'arrêter le pendule.

Le réglage de la durée du contact est d'ailleurs extrêmement simple, soit qu'on agisse sur les vis qui supportent chacune des lames d'aluminium, soit qu'on déplace le chariot qui porte l'ensemble. Du reste, il n'y a pas avantage à avoir un contact très court. Il importe peu, en effet, que l'électro-aimant agisse pendant un cinquième, un quart ou un tiers de seconde. Le point essentiel c'est que l'armature soit relevée avant que le levier de synchronisation ait terminé sa révolution.

On a constaté qu'on diminue beaucoup l'oxydation des contacts en mettant en dérivation quelques petits accumulateurs, procédé employé depuis longtemps pour le contact de la pendule directrice des circuits urbains. Il est bien entendu qu'en adoptant le système Breguet comme présentant plus de sécurité nous ne voulons pas dire qu'on doive exclure les autres. Notre choix ne comporte pas une critique. Le chronographe de la lunette de Gambey fonctionne très normalement depuis plusieurs années avec un pendule synchronisé à simple contact. Nous devons cependant noter que les résultats obtenus avec un relais ont été généralement moins satisfaisants.

Précision de l'enregistrement. — Ainsi que nous l'avons dit dans une Note précédente, on a substitué à l'ancienne roue rapide

du premier chronographe, donnant les dixièmes de seconde, une nouvelle roue dont la circonférence est divisée en 100 parties. Outre le bénéfice de la précision on a obtenu ainsi une meilleure impression des fractions de seconde. Nous croyons utile, comme nous l'avons fait dans la Note précitée pour le chronographe de M. l'abbé Verschaffel, de donner quelques résultats. Lors de la publication de cette Note nous n'avions pas encore les documents nécessaires. Les nombres obtenus mettent en évidence, une fois de plus, tous les avantages que présente l'enregistrement à l'aide du chronographe imprimant et sur lesquels nous avons insisté dans les différentes Notes publiées sur ce sujet.

Grand instrument méridien. — Année 1906.

REDUCTIONS FIL A FIL DE PASSAGES ENREGISTRÉS AU CHRONOGAPHE IMPRIMANT.

1^o Observateur : E. VIENNET.

Mai 5. τ Vierge.	Jun 5. 109 Vierge.	Jun 25. 3 Serpent.
^s 39,86	^s 33,86	^s 36,25
39,80	33,82	36,19
39,82	33,83	36,24
39,84	33,86	36,28
39,74	33,82	36,26
39,84	33,85	36,22
39,82	33,77	36,21
39,86	33,78	36,28
Moy. 39,82	33,82	36,24

2^o Observateur : J. CHATELAIN.

Jun 6. α Serpent.	Jun 25. λ Ophiuchus.	Jun 27. x Ophiuchus.
^s 42,70	^s 15,93	^s 19,21
42,68	15,91	19,21
42,71	15,94	19,18
42,68	15,96	19,13
42,71	15,96	19,19
42,71	15,97	19,10
42,71	15,98	19,19
42,60	15,98	19,19
Moy. 42,69	15,95	19,18

Remarque sur l'équation personnelle. — Nous avons dit (*Bull. astr.*, t. XXIII, p. 83) que l'enregistrement des battements de la seconde d'une pendule de temps moyen sur la bande du chronographe de temps sidéral pouvait donner une idée de la différence d'équation personnelle de deux observateurs, l'organe de la vue intervenant seul dans les deux phénomènes : chute de l'aiguille sur la seconde, passage de l'étoile derrière un fil. Les expériences que nous avons faites sont venues confirmer cette hypothèse. Nous donnons dans le Tableau suivant une série de déterminations effectuées au grand instrument méridien le 3 avril 1906 (observations de jour), les passages ont été observés à 4 fils avant le méridien et à 4 fils après, en alternant.

Étoile.	Observateur.		Éq. pers. F. B. — J. C.
	F. B.	J. C.	
ν Orion.....	39,47	39,52	—0,05
τ Gémeaux.....	39,39	39,49	—0,10
μ Gémeaux.....	43,64	43,79	—0,15
γ Gémeaux.....	44,25	44,31	—0,06
θ Gémeaux.....	3,02	3,14	—0,12
ζ Gémeaux.....	59,54	59,59	—0,05
δ Licorne.....	31,33	31,44	—0,11
δ Gémeaux.....	58,19	58,23	—0,04
66 Cocher.....	5,52	5,62	—0,10
β Petit Chien.....	30,73	30,87	—0,14
Moy.....			—0,092

Une série faite le 6 avril 1906 à la lunette de Gambey (observations de jour), en enregistrant alternativement les passages aux 5 fils avant le méridien et aux 5 fils après, a donné les résultats suivants :

Étoile.	Observateur.		Éq. pers. F. B. — J. C.
	F. B.	J. C.	
β Orion.....	32,34	32,44	—0,10
δ Orion.....	43,47	43,62	—0,15
ϵ Orion.....	57,82	57,93	—0,11
ζ Orion.....	32,19	32,26	—0,07
Moy.....			—0,107

La moyenne de ces deux valeurs est — 0^s, 10, et, par l'enregistrement de l'heure de temps moyen, nous avons obtenu le nombre

— 0^s,14. Nous n'avons pas multiplié ces expériences. Notre but n'était pas d'étudier complètement cette question, secondaire dans l'emploi du chronographe, mais de faire ressortir tous les avantages qu'on peut retirer de l'emploi de cet appareil. Nous pensons y être parvenus et nous pouvons ajouter que notre conviction est celle de tous les observateurs qui ont employé le chronographe imprimant.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTE.

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. de c.	Rapp.	log f. p.	φ app.	log f. p.	*
(12) Victoria.									
1906.	h m s	m s	°		h m s				
FÉVR. 24.	9.59.3	+1.47,32	-2.21,2	5.5	10.26.9,46	-1,375	94.10.32,1	-0,812	1
26.	10.15.3	-0.51,55	+0.29,2	5.5	10.24.12,56	-1,288	93.59.8,5	-0,809	1
28.	10.19.42	-2.47,86	-11.34,5	5.5	10.22.16,26	-1,229	93.47.5,0	-0,809	3
MARS 1.	9.25.2	-3.44,61	-17.46,7	5.5	10.21.19,51	-1,401	93.40.52,9	-0,805	4
(17) Thétis.									
FÉVR. 1.	9.51.24	+0.3,92	-11.48,5	5.5	8.47.20,38	-1,424	71.15.41,8	-0,610	3
2.	10.8.52	-0.54,24	-17.31,0	5.5	8.46.22,23	-1,307	71.9.59,4	-0,588	6
14.	8.26.42	-0.5,50	+3.17,7	5.5	8.34.53,55	-1,457	70.2.54,8	-0,600	7
15.	9.40.33	-1.1,30	-2.1,7	5.5	8.33.57,75	-1,166	69.57.35,3	-0,557	8
(32) Pomone.									
FÉVR. 22.	9.51.0	-0.18,28	+7.1,5	5.5	10.17.38,89	-1,395	88.29.31,6	-0,776	9
24.	9.19.44	-2.1,84	-4.46,1	5.5	10.15.55,34	-1,449	88.17.44,1	-0,775	10
26.	9.36.13	-3.46,63	-17.13,0	5.5	10.14.10,56	-1,383	88.5.17,4	-0,773	11
(118) Peitho.									
FÉVR. 13.	9.55.51	-0.24,91	+4.21,9	5.5	9.43.35,84	-1,441	61.33.10,9		
14.	9.9.14	-1.27,39	+0.57,1	5.5	9.42.33,37	-1,539	61.29.46,1		
15.	10.6.32	-2.34,41	-2.28,6	5.5	9.41.26,36	-1,377	61.26.20		
21.	7.53.43	+0.41,69	-4.4,6	5.5	9.35.17,12	-1,607	61.12,2		
22.	7.30.44	-0.17,17	-5.31,7	5.5	9.34.18,26	-1,629	61.11,1		
24.	7.55.38	-2.13,95	-7.40,6	5.5	9.32.21,49	-1,583	61.10,1		

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

441

Obs. T m. Marseille ΔR. ΔP. N. de c. Rapp. log f. p. Papp. log f. p. *

(118) Peitho.

1906.	h m s		m s			h m s					
MA. 26.	8.39.39	-4.	5,97	-	8.40,8	5.5	9.30.29,47	-1,475	61.	7.45,5	-0,452 18
28.	8.28.10	+0.56,06	-	5.13,9	5.5	9.28.45,45	-1,480	61.	7.46,9	-0,452 19	
MIL 1.	8.17. 6	+0. 6,85	-	4.53,6	5.5	9.27.56,23	-1,495	61.	8. 7,1	-0,462 20	
3.	8.14. 3	-1.28,51	-	3.16,3	5.5	9.26.20,87	-1,479	61.	9.44,2	-0,455 21	
5.	10.11.47	-3. 0,73	-	0.37,9	5.5	9.24.48,64	-2,678	61.	12.22,4	-0,347 22	

(178) Belisana.

MA. 14.	9.36.34	-0.45,10	+	1.44,6	5.5	10.40.55,65	-1,543	78.20.51,6	-0,713 23
15.	10.36.15	-1.40,19	-	3.49,8	5.5	10.40. 0,57	-1,416	78.15.17,2	-0,690 24
22.	8. 4.10	-2. 4,66	+	11.12,2	5.5	10.33.35,41	-1,535	77.37.12,8	-0,703 25
24.	8.46. 4	-3.58,55	+	0.25,4	5.5	10.31.41,54	-1,549	77.26.26,0	-0,708 26
26.	9.11.13	+0.36,60	+	7. 1,3	5.5	10.29.45,68	-1,489	77.15.36,9	-0,692 27
28.	9.19. 4	-1.18,72	-	3.28,6	5.5	10.27.50,36	-1,452	77. 5. 7,0	-0,709 28
MS 1.	8.48. 1	-2.14,80	-	8.30,6	5.5	10.26.54,28	-1,506	77. 0. 4,9	-0,693 29
3.	9. 5.16	-4. 9,01	-	18.44,5	5.5	10.25. 0,09	-1,466	76.49.51,0	-0,683 30

◀ c 1905 (Giacobini).

MA. 26.	7.19.38	-1.24,69	-	3.47,1	5.5	1.33.53,80	+1,589	97.51.56,6	-0,811 31
28.	6.59. 1	-1.46,38	-	3.58,0	5.5	1.43.30,54	+1,563	96.34.59,4	-0,811 32
MS 1.	7.36.54	+1.55,24	+	0.12,6	5.5	1.48.14,46	+1,601	95.56.36,2	-0,803 33
3.	7.39.34	-1.50,01	+	11. 2,9	5.5	1.57. 5,24	+1,601	94.44.27,4	-0,799 34

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1906,0.	Réd. au j.	P moy 1906,0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s	h m s	s	
8	10.24.21,06	+1,08	94.12.44,2	+ 9,1	5350 Munich ₁ .
8	10.25. 2,96	+1,15	93.58.30,0	+ 9,3	597 W ₁ X ^h .
"	"	+1,16	"	+ 9,5	Id.
"	"	+1,16	"	+ 9,6	Id.
7.8	8.47.15,54	+0,92	71.27.20,9	+ 9,4	10901 Paris.
"	"	+0,93	"	+ 9,5	Id.
7.8	8.34.58,08	+0,97	69.59.27,9	+ 9,2	10639 Paris.
"	"	+0,97	"	+ 9,1	Id.
9	10.17.56,08	+1,09	88.22.20,9	+ 9,2	254 W ₁ X ^h .
"	"	+1,10	"	+ 9,3	Id.
"	"	+1,11	"	+ 9,5	Id.
9	9.43.59,76	+0,99	61.28.39,9	+ 9,1	866 W ₂ IX ^h .
"	"	+1,00	"	+ 9,1	Id.
"	"	+1,01	"	+ 9,0	Id.

★	Gr.	M moy. 1906,0.	Réd. au j.	Q moy. 1906,0.	Réd. au j.	Autorités.
15.	9	9.34.34,39 ^{h m s}	+1,04 ^s	61.16.18,4 ^s	+ 8,2 ^s	★ B. D. comparée à 636 W ₂ IX
16.	»	»	+1,04	»	+ 8,1	Id.
17.	»	»	+1,05	»	+ 8,0	Id.
18.	»	»	+1,05	»	+ 7,9	Id.
19.	7	9.27.48,35	+1,04	61.12.53,2	+ 7,6	515 W ₂ IX ^b .
20.	»	»	+1,03	»	+ 7,5	Id.
21.	»	»	+1,03	»	+ 7,3	Id.
22.	»	»	+1,02	»	+ 7,1	Id.
23.	8.9	10.41.39,81	+0,94	78.18.58,3	+ 8,7	13202 Paris.
24.	»	»	+0,95	»	+ 8,7	Id.
25.	8	10.35.39,05	+1,02	77.25.51,5	+ 9,1	13084 Paris.
26.	»	»	+1,04	»	+ 9,1	Id.
27.	8	10.29. 8,03	+1,05	77. 8.26,4	+ 9,2	12940 Paris.
28.	»	»	+1,05	»	+ 9,2	Id.
29.	»	»	+1,06	»	+ 9,1	Id.
30.	»	»	+1,07	»	+ 9,1	Id.
31.	8.9	1.35.19,55	-1,06	97.55.30,7	+13,0	577 W ₁ I ^b .
32.	8	1.45.17,94	-1,02	96.38.44,4	+13,0	762 W ₁ I ^b .
33.	8	1.46.20,24	-1,02	95.56.10,9	+12,7	781 W ₁ I ^b .
34.	6	1.58.56,23	-0,98	94.33.11,8	+12,7	2581 Paris.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 3943-3044.

Weinberg (Boris). — Les valeurs les plus probables de la parallaxe du Soleil, de la constante de l'aberration, de l'équation de lumière et de la vitesse de propagation des perturbations dans l'éther (3945).

M. Boris Weinberg revient encore sur un sujet qu'il a déjà traité plusieurs fois dans les *Annales* de l'Université d'Odessa et dans les *Astronomische Nachrichten* (Voir *Bull.*, t. XX, p. 397, et t. XXI, p. 37). Il a réuni et discuté un grand nombre de déterminations de toute nature; mais, comme il s'en produit de nouvelles chaque année, les valeurs *définitives* des constantes sont sans cesse remises en question.

Nijland, Strömgren. — Éléments et éphéméride de la comète 1904 I.

Voir p. 201.

Luther, Palisa. — Observations de petites planètes (3946, 3947).

Prey (A.). — Sur le rapport des masses du couple 70 Ophiuchus (3946).

D'après les calculs de M. Prey, le compagnon aurait une masse quatre fois plus grande que celle de l'étoile principale. Ce n'est pas la première fois que l'on trouve que les masses de deux étoiles ne sont pas en rapport avec leur éclat. Ajoutons que, dans le cas présent, il s'agit peut-être d'un système ternaire, comprenant un compagnon obscur.

Ceraski, Anderson. — Nouvelles variables.

Krüger (F.). — Étoiles colorées qui existent entre 40° et 60° de déclinaison boréale. Distribution des étoiles colorées sur l'hémisphère nord (3947).

L'auteur a toujours cherché à fixer la couleur en même temps que le type spectral. Voir *Bull.*, t. XX, p. 98.

Tass (A.). — Observations photométriques de variables à longue période (3948).

Observations faites à O-Gyalla.

Pickering. — Étoiles à spectres remarquables, notées par M^{me} Fleming (3948).

Liebmann. — Éléments et éphéméride de la planète (503) Evelynne (3948).

Campos Rodrigues, Oom, Teixeira Bastos. — Éclipses de Lune, observées à Lisbonne (3949).

Cohn (F.). — Sur la réduction des observations d'étoiles de repère pour Éros (3949).

Les séries d'observations d'étoiles de repère, employées lors de la der-

nière opposition d'Éros, sont nombreuses, et l'observatoire de Königsberg y a contribué pour une large part. M. Cohn entreprend maintenant la discussion d'ensemble des matériaux recueillis.

Ristenpart. — Sur l'orientation de la Carte photographique du Ciel (3949).

Il serait à désirer qu'au moment de la publication des Cartes on eût soin de déterminer, une fois pour toutes, les petites corrections résultant d'un déplacement accidentel du réseau.

Wolf (M.). — Sur les difficultés que comporte l'appréciation des grandeurs relevées sur des clichés d'origine différente (3949).

Bauschinger. — Numérotage des petites planètes.

Lehmann-Filhès. — Sur l'utilisation d'intégrales incomplètes de l'équation aux dérivées partielles de Hamilton-Jacobi (3950).

— On appelle ici intégrale *incomplète* une intégrale qui renferme un nombre insuffisant de constantes arbitraires.

Pickering. — Étoiles variables dans la nébuleuse d'Orion (3950).

Mündler, Wolf, Millosevich, Bianchi, Palisa. — Observations de planètes et de comètes (3950, 3953).

Beliawsky. — Recherches sur la variable δ Céphée (3951, 3952).

M. Beliawsky a soumis à une discussion approfondie les matériaux mis à sa disposition par M. Glasenapp, et ceux déjà publiés par d'autres observateurs.

Wirtz. — Remarques au sujet de ce travail (3960).

Cohn (F.). — L'équation de grandeur dans les observations de passages (3952).

La comparaison des matériaux recueillis à l'occasion de la dernière opposition d'Éros a permis à M. Cohn de faire une étude assez complète des lois de l'équation de grandeur, dont il importerait d'affranchir les observations de passages. C'est une des raisons qui rendent très désirable l'adoption du micromètre enregistreur de Repsold.

Notice nécrologique sur J.-A. Perrotin (3952).

Ceraski. — Trois nouvelles variables (3953).

Nijland, Bilt, Rambaud et Sy, Guillaume, Mündler. —
Observations de planètes et de comètes (3954).

Cleveland Abbe. — Sur la diminution de la transparence de l'atmosphère, constatée en 1902 et 1903 (3954).

On désirerait obtenir des renseignements précis, concernant la durée de cet obscurcissement.

Wolf (M.). — Deux nouvelles variables (3954).

Lohse (O.). — L'orbite du compagnon de Sirius (3955).

Les nouveaux éléments sont fondés sur un ensemble d'observations qui embrasse déjà une période presque entière. Temps de révolution : 50^a, 38.

Luiset. — Observations et éléments de la variable S Machine pneumatique. Observations et courbe de lumière de la variable Y Sagittaire (3955).

Biske (F.). — Le mouvement de rotation de la Terre et l'éther (3955).

Considérations sur l'hypothèse de l'entraînement partiel de l'éther.

Holetschek. — Variations d'éclat des planètes Iris, Cérès et Pallas (3955).

Les variations constatées ne sont pas très sensibles.

Hayn (F.). — La rotation de la Lune et la position de Mæsting A (3956).

Voir *Bull.*, t. XXII, p. 445.

Rödiger. — Étude de la marche d'une pendule de Riefler, à anéroïde compensateur (3956).

Les variations de la pression atmosphérique sont assez bien compensées.

Boegehold. — Erreurs systématiques de quelques-unes des zones de Cambridge (M.).

Levi-Civita. — Sur l'équation de Képler (3956).

Il s'agit d'un développement où l'excentricité e est remplacée par une certaine fonction de e .

Rocques-Desvallées. — Errata à la *Connaissance des Temps* pour l'an 1905.

Becker. — Occultation de α Taureau (3956).

Ceraski. — Nouvelle variable (3956).

Stechert. — Orbite définitive de la comète 1887 II (3957).

Horn (G.). — Orbite définitive de la comète 1889 IV (3957).

Abetti, Viaro, Hayn, Koss, Wolf, Gabba. — Observations de planètes et de comètes (3956, 3957, 3958, 3959, 3960).

Millosevich. — Éléments de la planète (521).

Luizet. — Observations d'étoiles variables à période longue ou inconnue, faites à Lyon (3958).

Schaer. — Une modification du réflecteur newtonien (3958).

Il s'agit d'une monture équatoriale, destinée à rendre plus commode l'usage d'un télescope où le petit miroir plan est remplacé par un grand percé au milieu pour laisser passer les rayons réfléchis par le miroir parabolique, comme l'avait déjà proposé le Rév. Davies (*Bull.*, t. XIII, p. 236).

Neugebauer. — Éphéméride de la planète (217) Eudora.

Backlund. — Notice nécrologique sur Th. Bredikhine (3958).

Né à Nicolaïef, le 8 décembre 1831, Théodore Bredikhine fit ses études à Moscou; chargé d'abord du cours d'Astronomie, puis, en 1873, de la direction de l'Observatoire, il ne tarda pas à se signaler par de remarquables travaux, parmi lesquels il faut citer en première ligne ses recherches sur la théorie des formes cométaires. En 1890, il succéda à O. Struve comme directeur de l'Observatoire central de Poulkovo, où il introduisit l'Astrophotographie; mais il résigna ses fonctions en 1894 pour se consacrer tout entier à ses études préférées. Il est mort à Saint-Petersbourg, le 14 mai 1904, après une courte maladie.

Wolf (M.). — Cartes des environs de 25 variables de la constellation de l'Aigle (3959).

Wegener. — Éphéméride de la planète (511).

Graff, Möller, Knopf, Wirtz. — Observations de variables (3960).

Kostersitz. — La question de l'érection d'un observatoire de montagne dans la région du Semmering (3960).

On pourrait commencer par établir une station d'essai au sommet du Sonnenwendstein (1500^m). L'administration de la fondation Zeiss, à Iéna, a déjà offert de fournir gratuitement un réfracteur de 3^m de longueur focale. Le point choisi présente de grands avantages au point de vue de la facilité des communications.

Lederer (J.). — Déclinaisons et mouvements propres de 32 étoiles australes pour 1900,0 (3960).

Marchal (L.). — Éphéméride de la planète (115) Thyra (3960).

Lamson (Miss), Strömghren. — Éléments et éphéméride de la planète (536) (3960, 3962).

Kobold. — Résultats de la discussion de 144 mouvements propres très sensibles (3961).

Cette discussion a fait, de nouveau, ressortir la difficulté d'affranchir la détermination de l'apex solaire de l'influence des mouvements particuliers de certains groupes d'étoiles.

Bijl (E.). — Détermination de la latitude et de ses variations pendant les années 1898 et 1899, à l'observatoire d'Uccle (3962).

Palisa, Wolf. — Observations de petites planètes (3962, 3964, 3965).

Coniel (J.). — Éphéméride de la comète Tempel₂ (1873 II).

Kaminsky, Ocoulitch. — Éphéméride approchée de la comète Encke.

Götz (P.). — Éléments et éphéméride de la planète (537).

Pickering (E.-C.). — Note concernant le satellite de Saturne, découvert par W. Pickering (Phébé).

Deslandres. — Variations de la vitesse radiale de l'étoile δ Orion (3963).

Pickering, Dugan, Wolf. — Variables nouvelles. Variables à longue période (3963).

Götz (P.). — Éléments de la planète (520).

Dugan. — Grandeurs photographiques et positions moyennes de 350 étoiles du groupe des Pléiades (3964).

Hartwig. — Pendule arrêtée à la suite d'un coup de foudre (3964).

Berberich. — L'orbite de la planète (442) Eichsfeldia (3964).

Sommier. — Lettre concernant le monument de Lalande.

Notice nécrologique sur Isaac Roberts (3964).

Né en 1829, Isaac Roberts est mort le 17 juillet 1904, dans la 76^e année de son âge. Il s'est fait connaître surtout par de beaux travaux de photographie stellaire qu'il exécutait dans son observatoire privé (en dernier lieu à Starfield, Crowborough Hill, Sussex).

Tucker. — Les étoiles fondamentales du Catalogue zodiacal (3965).

Le Catalogue de 2798 étoiles zodiacales, publié par Sir David Gill, contient 210 étoiles fondamentales, dont les deux tiers seulement se rencontrent dans le Catalogue fondamental de Newcomb. Pour le dernier tiers, des positions provisoires ont été dérivées d'une série spéciale d'observations effectuées à l'observatoire Lick, pendant qu'on y poursuivait aussi l'observation méthodique de toutes les étoiles du Catalogue zodiacal. M. Tucker donne les positions des 67 fondamentales qui ont été ainsi déterminées.

Pickering, Wolf, Ceraski. — Nouvelles variables (3965).

Berberich. — Éphémérides des planètes (421) et (488).

Davis (H.-S.). — Calcul abrégé de la variation séculaire de la précession.

Osten (H.). — L'orbite de la planète (506) (3966).

Ébert (W.). — Éléments de la planète (496) (3966).

Boccardi. — Éléments et éphéméride de la planète (347) Pariana (3966).

See. — Note sur l'exactitude de la constante de Gauss (3966).

Avec les données modernes, on trouverait

$$k = 0,01720209814 = 3548'', 18744$$

au lieu de

$$0,01720209895 = 3548'', 18761.$$

La différence est pratiquement négligeable.

See. — Note sur la période de la précession des équinoxes (3966).

En se fondant sur les calculs de Stockwell, on trouverait, pour cette période, le chiffre de 25695 années, qui paraît plus exact que celui de 25868 ans, adopté par beaucoup d'auteurs.

Pickering (E.-C.). — Changements constatés sur la Lune (3966).

Au mois de juillet 1904, le professeur W.-H. Pickering a constaté l'apparition d'un petit cratère et d'autres changements plus ou moins marqués.

Wanach (B.). — Influence du gradient vertical de la température sur la marche de diverses pendules (3967, 3968).

Gori. — Observations de comètes (3968).

Easton. — La distribution des nébuleuses et leurs relations avec le système galactique (3969).

On admet généralement que les nébuleuses proprement dites évitent la région galactique et qu'elles s'accumulent vers les deux pôles de la Voie lactée. Mais cette tendance n'est nullement prouvée pour l'hémisphère galactique austral, et il ne semble pas que les nébuleuses soient distribuées symétriquement par rapport à la zone galactique. Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que la distribution des nébuleuses proprement dites (nébuleuses blanches) est tout à fait différente, et en quelque sorte complémentaire, de celle des nébulosités vagues, rangées avec les nébuleuses planétaires dans la catégorie des nébuleuses vertes. M. Easton cherche à expliquer les faits d'observation par la situation du Soleil dans la zone galactique.

Pidoux, Palisa, Kopff. — Observations de planètes et de comètes (3969).

Sur un cliché du 11 septembre 1904, M. Kopff a retrouvé la comète d'Encke.

Nijland, Bilt. — Observations des satellites de Jupiter (3969).

Berberich. — Éphéméride de la planète (359) Georgia (3969).

Doberck. — Orbites de Castor et de ζ Sagittaire (3970).

Strömgren. — Réunion de la Société astronomique à Lund (3970).

La Société astronomique internationale s'est réunie à Lund, du 5 au 8 septembre 1904, sous la présidence de M. Seeliger. Des rapports ont été lus sur les comètes (calcul des orbites); sur la publication des Catalogues de zones; sur le Catalogue des étoiles variables, dont l'impression est commencée; sur le projet de publication d'une Table de logarithmes à 8 décimales; sur l'organisation du Service international des latitudes, dont l'extension paraît désirable; sur les Cartes célestes

préparées par MM. Wolf et Palisa; sur les recherches de photométrie photographique, commencées à Göttingue par M. Schwarzschild, etc. Beaucoup d'autres communications intéressantes ont été faites par les membres présents; nous en parlerons ailleurs. La prochaine réunion doit avoir lieu en 1906, à Iéna.

Ceraski, Luther. — Variables nouvelles (3970).

Neugebauer. — Éphéméride de la planète (467).

Ludendorff. — Sur la distorsion optique des microscopes micrométriques (3971).

Un appareil employé à Potsdam a présenté des effets de distorsion analogues à ceux qui ont été signalés par M. Plummer (*Bull.*, t. XXII, p. 296).

Pulfrich. — Conférence faite devant la réunion des Naturalistes à Breslau (3971).

Le célèbre opticien a parlé de divers instruments et procédés qui pourront être utilisés en Topographie et en Astronomie. C'est d'abord un appareil qui sert à mesurer la dépression de l'horizon, avec une précision qui n'avait pas encore été atteinte. C'est ensuite un nouveau théodolite très commode et un photothéodolite de construction nouvelle. En troisième lieu, l'auteur fait connaître les progrès de la méthode stéréophotogrammétrique, qui a été vulgarisée en France par M. le colonel Laussedat. On l'a employée avec succès au lever des côtes. Enfin, M. Pulfrich indique une modification curieuse de la méthode du stéréocomparateur. Elle consiste à réunir les deux images dans l'oculaire commun de deux microscopes, pour les regarder tour à tour en les échangeant très vite; cette rapide comparaison, où la vision stéréoscopique n'est pour rien, fait que les différences sautent aux yeux. C'est la *méthode des éclairs*.

Berberich. — Éphéméride de la planète (319) Leona (3971, 3979).

Erommelin. — Orbite approximative de Phébé.

Müller (J.). — Le 3^e satellite de Jupiter, vu à l'œil nu.

Ceraski, Stanley Williams. — Nouvelles variables (3971).

Küstner. — Observations spectrographiques, faites avec le réfracteur de Bonn, de 0^m,30 d'ouverture (3972-3973).

Parmi les résultats citons les vitesses radiales de 18 étoiles.

Kaminsky. — Éphéméride de la comète Encke (3973, 3981).

Wilkins (A.). — Sur le calcul des coefficients b_s^i de Laplace (3974).

On peut les calculer, soit au moyen des coefficients β de Gylden, en se servant des Tables de Masal, soit au moyen des fonctions θ de Jacobi.

Palisa, Wolf, Bilt. — Observations de planètes (3973, 3974).

Bilt (v. d.). — Occultations observées à Utrecht.

Banachiewicz. — Note concernant la théorie de l'héliomètre (3974).

Nusl et Frič. — Note sur le diazénithal (3975).

Depuis 1901, les deux opticiens de Prague s'occupent de la construction d'appareils sans niveaux pour la détermination de l'heure et de la latitude. Ces appareils se composent toujours d'une lunette fixe, d'un bain de mercure et d'un double miroir (ou prisme). Dans le *circumzénithal* et le *radiozénithal*, qui ont été longuement décrits ici même en 1902 (*Bull.*, t. XIX, p. 261), la lunette est horizontale; elle reçoit une image directement réfléchie par le premier miroir et une autre image, réfléchie par le second miroir après réflexion sur le bain de mercure. Dans le *diazénithal*, la lunette est inclinée; elle reçoit une image directement renvoyée par le bain de mercure et deux images formées par double réflexion sur les deux miroirs, qui font entre eux un angle de 90°.

Millosevich, Rambaud et Sy, Dubiago, Gabba, Palisa, Luther, Wolf, Knopf. — Observations de comètes et de planètes (3975-3978).

Götz, Ceraski, Luther, Graff, Hartwig, Pickering, Turner. — Observations d'étoiles variables (3975-3978).

Götz. — Sur une étoile filante très basse (3975, 4046).

Elle a été photographiée accidentellement à l'aide de deux objectifs.

Les parallaxes mesurées donneraient des distances de 4^{km} ou 5^{km}. Mais ce résultat paraît dû à un déplacement de l'un des objectifs.

Neugebauer. — Éphéméride de la planète (178) Belisana (3977).

Dugan. — Éléments de la planète (535) (3977).

Comas Solà. — Lettre à l'Éditeur.

M. Solà a été nommé directeur de l'Observatoire Fabra, qui appartient à l'Académie de Barcelone.

Prix proposé par la Société astronomique (3977).

Il s'agit de calculer, avec quelque précision, le prochain retour de la comète de Halley. Le Mémoire devra être adressé à l'Observatoire de Leipzig, avant le 31 décembre 1908.

Jaegermann. — Sur les mouvements de la matière caudale de la comète 1903 IV (3978, 4025).

De nombreuses photographies, obtenues le 24 juillet 1903, montrent le déplacement graduel, et relativement lent, d'un fragment de la queue de cette comète. D'après M. Jaegermann, les mouvements constatés confirment d'une manière éclatante la théorie mécanique élaborée par Bredikhine.

Papez. — Sur l'exactitude des Tables de Steinhauser (3978).

Les Tables à 21 décimales de Steinhauser renferment beaucoup de fautes et devraient être soumises à une révision sérieuse.

Dubiago. — Observations diverses, faites à Kazan (3979).

Ivanovski, Palisa, Wolf, Koss. — Observations de planètes et de comètes (3979, 3980, 3981).

Boccardi. — Éphéméride de la planète (516).

Möller (J.). — Couleurs des étoiles jusqu'à la grandeur 3.4, entre le 20° de déclinaison australe et le pôle Sud (3980).

Ces observations ont été faites à bord d'un bâtiment à voiles.

Graff. — Nouvelles variables.

Pickering. — Les variables de la nébuleuse d'Orion. Le satellite Phébé (3980).

Berberich. — Éphéméride de la planète (157) Déjanire.

Doberck. — L'orbite de Sirius (3981).

Temps de révolution : 49^a, 5.

Sotomé. — Système de garde-temps pour pays où les tremblements de terre sont fréquents (3981).

Dans un pays comme le Japon, où le sol tremble souvent, les horloges à pendule ne peuvent jamais conserver longtemps leur marche régulière. Les chronomètres sont moins sensibles aux perturbations sismiques, mais ce sont des instruments moins délicats. Pour sortir de cette difficulté, M. Sotomé propose de combiner, comme il l'a fait à Tokyo, une pendule avec un chronomètre et un chronographe, qui permet de comparer sans cesse la marche des deux instruments, et de déterminer la correction de la pendule toutes les fois que le sismographe signale une secousse. Moyennant ce contrôle incessant, la pendule reprend sa supériorité.

Kimura. — Note sur la période du terme principal du mouvement du pôle (3981).

Voir *Bull.*, t. XXIII, p. 205.

Sitter (W. de). — Variation des latitudes résultant de l'action luni-solaire (3981).

Voir *Bull.*, t. XXIII, p. 207.

Epstein. — Sur un foyer de taches solaires (3981).

Albrecht (Th.). — Sur la possibilité d'utiliser la télégraphie sans fil pour la détermination des longitudes (3982).

L'emploi de la Télégraphie sans fil permettrait la détermination simultanée d'une série de longitudes entre deux stations éloignées de quelques

centaines de kilomètres. Il s'agissait seulement de savoir si les appareils ont la précision nécessaire pour de telles déterminations. Or, les expériences entreprises, en 1904, par l'Institut géodésique de Potsdam ont démontré que les cohéreurs, tels qu'on les construit maintenant, peuvent être considérés comme de véritables instruments de précision. Rien ne s'oppose donc à l'utilisation de la Télégraphie sans fil pour les besoins de la Géodésie, et des essais seront prochainement tentés dans cette direction.

Kaván. — Observations d'étoiles filantes, faites à Prague en 1902 et 1903 (3982).

Bianchi, Wolf, Nijland, Bilt, Holetschek, Palisa, Ling. — Observations de comètes et de planètes (3982, 3983).

Ball (L. de). — Nouvelles Tables de réfractions (3983).

Les Tables de réfractions dont M. L. de Ball a entrepris la construction reposent sur cette remarque que, pour des distances zénithales modérées, la réfraction peut être considérée comme proportionnelle à la densité de l'air, qui s'obtient en multipliant le facteur barométrique par le facteur thermométrique. On peut donc se servir d'une première Table donnant la densité ρ (ou $\log \rho$) pour les arguments B et T , qui ne varient que dans des limites assez étroites pour une station donnée, et d'une autre Table donnant la réfraction pour les arguments z et ρ (ou $\log \rho$). Ces deux Tables à double entrée donnent une valeur déjà très approchée de la réfraction; la valeur définitive s'obtient en ajoutant une petite correction, fournie par une troisième Table avec les arguments z et T , parce que la réfraction ne dépend pas uniquement de la densité ρ , mais encore de T . Cette correction est faible, si z ne dépasse pas $75''$.

Dans une Note postérieure (*Astr. Nachr.*, n° 4024), M. de Ball propose de remplacer la Table à double entrée qui donne $\log \rho$ par deux Tables à simple entrée qui donnent les logarithmes du facteur barométrique et du facteur thermométrique, qu'il suffit d'ajouter pour avoir $\log \rho$. C'est sur le même principe que reposent les Tables que M. de Ball a publiées en 1906 (Leipzig, Engelmann).

Koss. — Étoiles de la zone B, D. — 1° (3983).

L'observatoire de Pola s'est chargé de réobserver les étoiles de cette zone qui sont au-dessous de la 9^e grandeur.

Stanley Williams, Denning. — La tache rouge de Jupiter (3983).

Les temps de rotation obtenus par Stanley Williams, dans ces dernières années, varient entre $9^h 55^m 42^s,6$ et $9^h 55^m 39^s,6$, tandis que Denning trouve des nombres compris entre $9^h 55^m 38^s$ et 39^s .

Boccardi. — Éphéméride de la planète (434) Hungaria.

Dunér, Hartwig, Müller. — Dénomination des étoiles variables nouvellement découvertes (3984).

Parmi les très nombreuses variables, signalées depuis quelque temps, la commission de la Société astronomique a choisi celles dont les variations d'éclat étaient suffisamment confirmées pour qu'il parût utile de leur donner un nom et de les introduire dans le nouveau Catalogue. Pour les variables de la nébuleuse d'Orion, des Nuées de Magellan, etc., on créera des groupes avec numéros.

See. — Sur l'absence d'une réfraction sensible dans les occultations d'étoiles par les planètes (3984).

Les effets de réfraction, dus à l'atmosphère des planètes, ne peuvent être constatés, parce que les disques planétaires sont entourés d'une zone d'irradiation beaucoup plus large que leur atmosphère.

Möller (J.). — Observations de météores brillants (3984).

Ces observations ont été faites en voyage, à bord d'un navire-école.

Javelle. — La comète Tempel₂ (3984).

Elle a été retrouvée, à Nice, le 30 novembre 1904. Elle paraissait très faible et était difficile à observer.

Meyermann. — Résultats des observations de δ Céphée (3985).

Extrait d'une thèse de doctorat. L'auteur a discuté tous les matériaux disponibles. Il expose aussi les tentatives faites pour expliquer la courbe de cette variable à courte période par l'action de marées.

Pidoux, Millosevich, Rambaud, Sy, Abetti, Messow, Palisa,

Wolf, Kostinsky, Koss, Bianchi. — Observations de planètes et de comètes (3985-3989).

Stanley Williams, Graff, Ceraski, Ebell, Hartwig, Küstner. — Étoiles variables (3985, 3987-3989).

Berberich. — Éphéméride de la planète (157) Déjanire (3986).

Coniel. — Éphéméride de la comète Tempel₂ (3986).

Kreutz. — Nouvelle comète, 1904 II (3986).

Découverte à Nice, le 17 décembre 1904, par Giacobini.

Ebell, Fayet, Maubant, Strömgren, Giacobini. — Éléments et éphéméride de la comète 1904 II (3986-3987).

Ristenpart. — Table de précession et de nutation différentielles pour 1905 (3987).

Kreutz. — Nouvelle comète, 1905 II (3987).

Découverte à Marseille, le 28 décembre 1904, par Borrelly.

Ebell, Strömgren, Aitken, Morgan, Fayet, Maubant. — Éléments et éphéméride de la comète 1905 II (3988, 3992, 3994).

D'après M. Fayet, cette comète a une période d'environ 7 ans.

Kreutz. — Découverte d'un 6^e satellite de Jupiter (3988, 3992).

Le satellite a été découvert par Perrine, le 5 janvier 1905.

Rosenberg. — Sur une méthode pour la détermination des orbites de météores (3988).

Pour utiliser les trajectoires apparentes notées par divers observateurs, on pourra, avec Bessel, considérer l'orbite comme l'intersection des plans déterminés par ces trajectoires. M. Rosenberg a cherché à simplifier les formules que comporte cette méthode, et il donne un exemple de calcul (météore du 30 janvier 1868).

Turner. — Notice nécrologique sur Frank Mac Clean (3988).

Le 8 novembre 1904, est mort F. Mac Clean, bien connu par son oculaire spectroscopique et par ses recherches de spectrophotographie, qui lui valurent, en 1899, la médaille d'or de la Société royale astronomique (*Bull.*, t. XVII, p. 260). Il a aussi fait des donations importantes à des observatoires anglais. Né en 1837, il était âgé de 67 ans.

Wanach. — Sur la compensation des marches d'une pendule (3989).

L'emploi des formules d'interpolation a beaucoup d'inconvénients, surtout lorsqu'on cherche à compenser les états absolus; il est préférable de compenser les marches, ou même les variations des marches, c'est-à-dire les dérivées secondes des états.

Pickering, Denning. — Les Léonides de novembre 1904 (3989).

Millosevich, Küstner. — L'étoile BD + 30°, 583 (3989).

Van Biesbroeck. — Orbites de six étoiles doubles (3989).

Newcomb (S.). — Requête concernant les occultations inédites (3989).

M. Newcomb demande communication des occultations récemment observées, avant le mois de mars 1905.

Courvoisier. — Le phénomène de Kimura et la *réfraction annuelle* des étoiles (3990-3991).

D'après Chandler, le terme de Kimura pourrait s'expliquer par l'hypothèse d'une parallaxe moyenne de 0",13. Mais cette parallaxe moyenne paraît trop forte pour être admise. M. Courvoisier fait remarquer, à ce sujet, que l'existence d'un milieu matériel, ou d'une condensation de l'éther, dans les régions circumsolaires, aurait pour conséquence une réfraction annuelle analogue à la parallaxe annuelle des étoiles fixes, où le point opposé au Soleil jouerait le rôle de zénith; or, cette réfraction tendrait à diminuer la parallaxe, qui pourrait ainsi se trouver réduite à 0",02, valeur moyenne admise pour les étoiles de latitude. Il ne resterait alors qu'à démontrer, par d'autres preuves directes, la réalité de la réfraction annuelle, et c'est ce que M. Courvoisier a tenté de faire.

Mais ses conclusions ont été contestées (*Astr. Nachr.*, 4008, 4012, 4024, 4025, 4031, et *Bull.*, t. XXIII, p. 207).

Krüger (F.). — Étoiles colorées, comprises entre 40° et 60° de déclinaison boréale; 2^e Note (3991).

Jevdokimov, Tass. — Étoiles variables (3991).

See. — Recherches sur les densités, les pressions intérieures et les moments d'inertie des principaux corps du système planétaire (3992).

Avec les rares données que peut fournir l'Astronomie dans son état actuel, M. See a entrepris d'établir une série de Tableaux, destinés à donner une idée précise de la constitution intérieure des corps célestes qui nous intéressent le plus directement (Soleil, grosses planètes et quelques-uns de leurs satellites). Il s'appuie sur la loi hypothétique de Laplace pour obtenir la distribution des densités, depuis la surface jusqu'au centre, et il admet qu'il y a des corps presque homogènes (Mercure, Mars, la Lune, les satellites de Jupiter), tandis que, dans d'autres, les parties centrales sont extrêmement condensées. Il en est ainsi notamment des planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, auxquelles M. See attribue une densité superficielle égale à un dixième de celle de l'air (0,0001293), tandis que leurs densités centrales sont respectivement 4,4; 2,3; 7,3; 7,96. Les pressions, au centre de ces corps, se chiffrent par millions d'atmosphères (3 millions d'atmosphères au centre de la Terre). Sous de telles pressions, les gaz peuvent être assimilés aux corps solides. Mais peut-on se faire une idée de ce qu'est la matière dans cet état?

M. See est revenu sur ce sujet dans un autre Mémoire (*Astr. Nachr.*, 4053).

Albrecht (Th.). — Compensation du réseau des longitudes de l'Europe centrale (3993-3994).

Depuis 1893, époque où M. van de Sande Bakhuyzen a exécuté une compensation analogue, beaucoup de données importantes sont venues s'ajouter à celles qu'on possédait déjà, et elles justifient le nouveau travail entrepris par M. Albrecht. Il y a notamment à citer la nouvelle détermination de la différence de longitude entre Paris et Greenwich.

Pickering. — Nouvelles variables (3994).

Les nouvelles variables, annoncées par les circulaires de l'Observatoire Harvard, arrivent toujours par fournées de centaines.

Dunér. — Sur la rotation du Soleil (3994).

M. Dunér donne les résultats d'une nouvelle série de déterminations spectroscopiques de la rotation du Soleil, avec les résultats corrigés de sa première série, qui date de 1887-1889.

Wolf (M.). — Sur une étoile colorée remarquable (3994).

Abetti, Palisa, Wolf. — Observations de planètes (3994, 3995).

Bauschinger. — Numérotage de nouvelles planètes (3994).

Maunder (E.-W.). — L'origine solaire des perturbations du magnétisme terrestre (3995).

Une liste de perturbations magnétiques, plus ou moins fortes, observées à Greenwich, en regard desquelles se trouve inscrite la longitude héliographique du centre du disque solaire, calculée pour la même date, semble prouver que les perturbations coïncident souvent avec le retour de certains méridiens. Il est permis d'en conclure qu'elles sont provoquées par l'action directe de certaines régions de la surface solaire, action qui toutefois ne serait pas une radiation, mais, plutôt, l'émission d'un jet de matière électrisée, de même nature que ces jets qui émanent de la couronne solaire, ou du noyau d'une comète.

Pickering. — Étoiles à spectres remarquables (3995).

Anderson. — Éphéméride de la planète (92) Undine.

Lassen. — Éléments et éphéméride de la planète (522) Helga.

Knopf. — Notice nécrologique sur Ernest Abbe (3995).

Le 14 janvier 1903 est mort, à Iéna, un savant d'un très rare mérite, qui fut aussi un philanthrope, regretté de toute une population d'ouvriers. Né à Eisenach, le 23 janvier 1840, Ernest Abbe avait fait ses études à Iéna et à Göttingue. En 1866, il s'était associé avec l'opticien Carl Zeiss, et de cette collaboration devait naître un établissement dont

la prospérité dépassa toutes les prévisions. Par sa belle théorie du microscope, fondée sur la diffraction, Abbe avait ouvert à l'optique pratique de nouveaux horizons, et il l'a enrichie par une foule d'inventions ingénieuses. Il a également contribué à la fondation de la célèbre fabrique de verre d'optique de Schott et C^{ie}; puis il a reconstruit à ses frais et largement doté l'Observatoire de l'Université. Dédaignant pour lui-même les avantages de la fortune, il a abandonné la plus grande partie de son avoir à la fondation Zeiss, chargée maintenant de continuer, après lui, les œuvres multiples auxquelles il consacrait sa bienfaisante activité.

Wirtz, Chofardet, Pechüle, Wolf. — Observations de comètes et de planètes (3996).

Campbell, Wedemeyer. — Éléments de la comète 1905 II (3996).

Bohlin. — Sur la détermination du radiant d'un essaim d'étoiles filantes, avec application aux Biélides (3997).

Le radiant d'un essaim est le pôle du grand cercle sur lequel sont distribués les pôles des trajectoires des météores. De là un procédé de calcul qui permet de déterminer le radiant par la méthode des moindres carrés. M. Bohlin en fait l'application aux Biélides de 1904. Le principe de la méthode avait été d'ailleurs indiqué par M. Kobold, en 1899.

Courvoisier. — Enregistrement des passages par la méthode des coïncidences (3997).

Il y a quelque temps, M. Courvoisier a proposé de modifier le procédé d'enregistrement des passages à l'aide du micromètre de Repsold, en donnant au fil mobile une vitesse un peu différente de celle de l'étoile, de sorte qu'à un moment donné il y ait coïncidence (voir *Bull.*, t. XX, p. 103). On peut, de cette manière, obtenir des passages répétés de la même étoile, qui s'enregistrent successivement. M. Courvoisier a essayé ce nouveau procédé à l'observatoire de Königsstuhl, en 1904, et il se dit satisfait des résultats.

Courvoisier. — Sur l'emploi d'un diaphragme de sélénium pour la transmission des battements de secondes (3997).

Le contact intermittent d'un pendule avec un circuit électrique a toutes sortes d'inconvénients. Pour les éviter, M. Courvoisier a songé à provoquer la variation du courant par l'illumination périodique de

lames de sélénium intercalées dans le circuit, l'illumination étant obtenue par un petit miroir fixé au pendule et réfléchissant la lumière d'une lampe. On sait, en effet, que la résistance du sélénium disparaît presque sous l'influence de la lumière. Les essais qui ont été faits à Kœnigstuhl ont montré que le procédé pourrait devenir pratique.

Holetschek, Becker. — Observations de comètes.

Notice nécrologique sur Paul Henry (3997).

Harzer (P.). — Sur la détermination de l'apex (3998).

M. Harzer reprend, pour la développer, la solution analytique du problème de l'Apex qu'il avait esquissée en 1893 (*Astr. Nachr.*, n° 3173). C'est, sous cette forme, un élégant problème de Calcul des variations; problème un peu abstrait, au regard des données réelles que fournit l'observation.

Antoniazzi, Nijland, van der Bilt, Ambronn. — Observations de planètes et de comètes.

Bergstrand (Oesten). — Effet de la dispersion atmosphérique sur la détermination des parallaxes annuelles (3999).

Quand il s'agit de photographie stellaire, on est obligé de faire usage, pour le calcul de la réfraction différentielle, d'une constante un peu différente de celle qui se déduit des observations visuelles. Mais ce n'est pas tout; la valeur de la constante peut varier d'une étoile à l'autre, surtout lorsqu'elles n'ont pas le même éclat, et il doit en résulter des erreurs plus ou moins sensibles dans la détermination des parallaxes annuelles. C'est en se plaçant à ce point de vue que M. Bergstrand a entrepris la discussion des clichés qu'il avait pris, pendant quatre ans, avec le réfracteur photographique d'Upsal, dans l'espoir d'arriver à une détermination définitive de la parallaxe de 61 Cygne. La valeur définitive de la parallaxe paraît être $0^{\circ},293$. La discussion des mesures a montré que la distance des deux composantes de cette étoile double n'est pas sujette aux variations périodiques dénoncées par M. Wilsing, et que leurs parallaxes ne sont pas sensiblement différentes, comme le croyait M. Davis, mais qu'il est nécessaire de tenir compte de l'influence de la dispersion atmosphérique.

Berberich. — Éphéméride de la planète (427) (3999).

Pechüle. — Observations de comètes, faites à Copenhague (4000).

Guthnick. — Recherches sur la rotation des satellites de Jupiter (4000).

M. Guthnick a pu faire, à Bothkamp, des mesures photométriques des deux premiers satellites de Jupiter, et les variations observées sembleraient confirmer l'hypothèse de l'égalité des temps de rotation et de révolution.

Kreutz. — Le 7^e satellite de Jupiter (4000).

On annonce, d'Amérique, que Perrine a découvert un 7^e satellite de Jupiter. Il est très faible (de 16^e grandeur).

Bauschinger. — Numérotage des planètes nouvelles.

Bauschinger. — Orbites d'un certain nombre de planètes nouvelles, calculées par le *Rechen Institut* (4000).

Ceraski, Anderson. — Nouvelles variables (4000, 4001).

Panoff (A.-N.). — L'attraction newtonienne considérée comme fonction du temps (4001).

Wirtz. — Étude physique et photométrique de la comète 1904 I (4002).

Kreutz. — Détails relatifs à la découverte du sixième satellite de Jupiter (4002).

Perrine l'a découvert sur les clichés obtenus, en décembre 1904, avec le télescope Crossley. C'était un objet de 14^e grandeur. En janvier, Aitken a pu l'observer avec le grand réfracteur de l'observatoire Lick.

Luther, Abetti, Palisa, Wolf. — Observations de planètes (4003, 4004).

Ebell. — Éphéméride de la comète 1904 II.

Le Paige. — Notice nécrologique sur F.-J.-Ph. Folie (4003).

Né à Venloo le 11 décembre 1833, François-Jacques-Philippe Folie

avait fait ses études astronomiques à Bonn, de 1855 à 1857. Rentré en Belgique, il fut successivement répétiteur à l'École des Mines de Liège, administrateur-inspecteur de l'Université et directeur de l'Observatoire de Liège, puis aussi directeur de l'Observatoire de Bruxelles, de 1883 à 1897. C'est de cette époque que datent ses recherches sur le mouvement de rotation de la Terre, sur la nutation diurne, etc. Il est mort à Liège, le 29 janvier 1905.

Meyer (Harry). — Mensurations d'un amas d'étoiles du Petit-Renard (4004).

Wolf (M. et G.), Stanley Williams, Beliaowsky, Müller et Kempf. — Étoiles variables (4005).

Kreutz, Strömberg. — Éphéméride de la planète (475) Ocllo (4005).

Wolf, Palisa. — Observations de planètes (4005).

Guillaume. — Disparition de l'étoile B.D. + 17° 344 (4005).

Koss. — Positions moyennes d'étoiles qui ont été observées à Pola (4006).

Abetti, Rambaud et Sy, Holetschek, Guillaume et Lagrula, Cerulli, Wirtz. — Observations de comètes (4006, 4007).

Pannekoek, Seeliger. — Remarques concernant les variations d'éclat de Saturne (4006).

Il s'agit d'expliquer, par la théorie que l'on doit à M. Seeliger, toutes les particularités observées par M. Müller.

Ludendorff. — Note sur l'étoile B.D. + 37° 855 (4006).

Cerulli. — L'image de Mars (4007).

« Depuis 10 ans que j'étudie Mars, dit M. Cerulli, je me suis convaincu que l'Aréographie intéresse l'Optique physiologique tout autant que l'Astronomie, et fournit à ces deux sciences un champ commun de tra-

vail. » Les planisphères de Mars que les astronomes ont dressés à l'aide de leurs lunettes ne sont qu'un mélange d'illusion et de réalité; ce sont des assemblages de fantômes créés par l'œil qui s'efforce de saisir, sous une forme définie, des choses indistinctes et indéfinies, placées aux limites de la visibilité. Ces produits de la vision naissante qui nous cachent la figure réelle des objets, les physiologistes parviendront peut-être un jour à les interpréter, et à nous donner des cartes représentant l'état réel de la surface de Mars. Mais M. Cerulli ne s'exagère-t-il pas la gravité des erreurs qu'il reproche à l'organe de la vision?

Pirovano (R.). — Occultations observées à Pontafel (Carinthie) (4007).

Giacobini. — Nouvelle comète 1905 III (4007).

Découverte à Nice, le 25 mars 1905. Des éléments paraboliques ont été calculés par Strömgren, Giacobini, Maubant, etc.

Rosenberg. — Le bolide du 21 mars 1904 (4008, 4039).

Moschick. — Remarques concernant le même bolide (4011).

La discussion des observations de ce bolide très brillant, entreprise par M. Rosenberg, avait donné pour la trajectoire visible une vitesse moyenne de 43^{km} , et une direction nettement ascendante (hauteur initiale 57^{km} , hauteur finale 126^{km}). M. Moschick a fait remarquer que cette trajectoire, prolongée en arrière, couperait la surface terrestre et passerait à 17^{km} au-dessous du sol. M. Weiss a également manifesté des doutes au sujet du résultat des calculs de M. Rosenberg. Ce dernier s'est décidé à les reprendre, mais il croit pouvoir affirmer que les observations, qui sont assez nombreuses, établissent avec certitude le caractère ascendant de la trajectoire.

Pannekoek. — Remarques au sujet de la réfraction annuelle (4008).

M. Pannekoek conteste absolument l'argumentation de M. Courvoisier. (Voir *Bull.*, t. XXIII, p. 207.)

Krebs (W.). — L'extension apparente de l'ombre terrestre au delà du bord de la Lune partiellement éclipsée (4008).

L'Auteur attribue le phénomène à des causes atmosphériques.

Osten (H.). — Orbite de la planète (502).

Gautier (R.). — Éphéméride pour la recherche de la première comète périodique de Tempel à son retour en 1905 (4008).

Pechüle, Ebell. — Sur une étoile de 9^e grandeur, voisine de B. D. + 60°, 1358.

Nijland. — Observations de la lumière antizodiacale, faites à Utrecht (4008).

Hayn (F.). — Détermination des irrégularités du limbe lunaire (4009).

Au cours de ses recherches sélénographiques, dont nous avons déjà parlé (*Bull.*, t. XXII, p. 445), M. Hayn avait reconnu la nécessité de déterminer les dépressions et les bosses du bord lunaire. Il a fait ce travail en combinant ses propres mesures avec celles de M. Hartwig. Les déviations constatées, et dont il faudra désormais tenir compte, atteignent parfois 2".

Hartwig, Hagen, Stanley Williams, Ceraski, Turner, Terkàn. — Étoiles variables (4009, 4010, 4011).

Morgan, Lamson, Strömgren, Crawford, Maddrill, Maubant, Giacobini. — Éléments et éphéméride de la comète 1905 III (4009, 4010).

Palisa, Wolf. — Observations de planètes (4009, 4010, 4011).

Millosevich. — Notice nécrologique sur P. Tacchini (4009).

Le 24 mars 1905, est mort Pietro Tacchini, l'ancien directeur de l'Observatoire du Collège romain et de l'Office central de Météorologie et de Géodynamique. Né à Modène, le 21 mars 1838, il avait été attaché, pendant quelque temps, aux observatoires de Padoue et de Palerme; c'est depuis 1879 qu'il dirigeait celui du Collège romain. Il a fondé, ou contribué à fonder, la Société des Spectroscopistes italiens, la Société sismique, et toute une série d'observatoires météorologiques, sismiques, etc. On sait qu'il se livrait, pour sa part, à une étude assidue de la surface du Soleil. Tacchini s'était, depuis quelques années, retiré dans la vie privée.

Timerding. — Sur le degré de précision du point déterminé par deux droites de hauteur (4010).

Birck (Otto). — Détermination de la latitude de Göttingue (4010).

M. Birck a trouvé, en 1904, par la méthode de Talcott-Horrebow,
 $51^{\circ}31'48'',25$.

Cette valeur s'accorde avec la moyenne des déterminations modernes (Børgen, Grossmann, Schwarzschild).

Berberich. — Éphéméride de la planète (311) Claudia (4010).

Neugebauer. — Éphéméride de la planète (498) Tokio (4011).

Courvoisier. — Réponse aux remarques de M. Pannekoek au sujet de la réfraction annuelle (4012).

Voir *Bull.*, t. XXIII, p. 207.

Kreuster. — Inversion de la ligne D₃ (4012).

C'est dans le voisinage des taches qu'on la voit quelquefois renversée.

Lucas (R.). — Sur la température du Soleil (4012).

En s'appuyant sur la loi de Rasch et sur les mesures photométriques de M. Charles Fabry, M. Lucas trouve pour la température du Soleil le chiffre de 5023° C.

Nijland, Wolf (M. et G.). — Étoiles variables (4012, 4013).

Luther. — Occultations observées à Dusseldorf (4012).

Ernst. — Étoiles filantes du 13 décembre 1904 (4012).

Neugebauer. — Éphéméride de la planète (250) Bettina (4012).

Pickering (W.). — Découverte d'un 10^e satellite de Saturne (4012, 4015).

Découvert photographiquement, au mois d'avril 1905. Le temps de révolution serait de 21 jours, à peine différent de celui d'Ilypérion.

Palisa, Pidoux, Weiss, Knapp. — Observations de planète et de comètes (4013, 4014, 4015).

Pulfrich. — Remarques critiques sur les procédés de détermination des distances des étoiles fixes (4013).

M. Wirtz ayant, dans une occasion récente, déclaré que la méthode photographique de Kapteyn était aujourd'hui la seule vraiment appropriée à la détermination des parallaxes stellaires, M. Pulfrich s'est empressé de revendiquer le premier rang pour ses propres méthodes : celle du stéréocomparateur et celle qu'il appelle *méthode des éclairs* (*Blink-méthode*). La méthode de Kapteyn repose sur la comparaison micrométrique d'images des mêmes étoiles, photographiées sur la même plaque à six mois (ou trois mois) d'intervalle. Le stéréocomparateur effectue la comparaison à vue. Enfin, le microscope monoculaire auquel M. Pulfrich a eu recours en dernier lieu, permet de superposer les deux images, ou de les contempler tour à tour en les échangeant rapidement; les différences parallaxiques sautent aux yeux en se manifestant, pour ainsi dire, par éclairs. Il n'est plus question, ici, de vision stéréoscopique. Il faut convenir que ces nouvelles méthodes d'observation constituent un véritable progrès, au point de vue de l'exploration de l'Univers; mais elles ne font pas connaître directement la distance des étoiles. Elles facilitent seulement la recherche des parallaxes sensibles. On pourrait d'ailleurs, pour la détermination de ces parallaxes, utiliser comme base le chemin parcouru par le Soleil.

Wolf (M.). — Sur une nébuleuse spirale (4013).

Abetti. — Sur les étoiles B.D. $+28^{\circ},518$ et $+37^{\circ},903$.

Nyrén. — Notice nécrologique sur O. Struve (4013).

Le 14 avril 1905 est mort, à Carlsruhe, Otto-Wilhelm Struve, ancien directeur de l'Observatoire de Poulkovo. Né à Dorpat, le 7 mai 1819, il fut de bonne heure initié par son père à la pratique de l'Astronomie, et devint l'un de ses assistants les plus zélés lors de la fondation de l'Observatoire de Poulkovo, que W. Struve dirigea pendant plus de vingt ans. Il lui succéda en 1862 et s'appliqua sans relâche à développer les ressources et l'activité du grand établissement qui lui était confié; mais l'on sait qu'en 1889 il prit sa retraite, et se retira dans la vie privée. Il a coopéré activement à toutes les grandes entreprises astronomiques, et a

beaucoup contribué, directement ou indirectement, à l'avancement de la Science.

Strömgren. — Sur un cas asymptotique du problème des trois corps (4015).

A propos du 10^e satellite de Saturne, qui paraît si voisin d'Hypérion, M. Strömgren rappelle un Mémoire de Stockwell où l'auteur a considéré le cas de deux planètes circulant dans un même plan, à une même distance moyenne du Soleil (*Astr. Journ.*, n° 557; *Bull.*, t. XXI, p. 439). D'après Stockwell, le système est stable si les deux planètes se trouvent placées à une distance angulaire de 60°, et, si cette condition n'est pas remplie au début, elle sera réalisée peu à peu par l'effet des perturbations mutuelles. M. Strömgren conteste cette conclusion, fondée, d'après lui, sur une démonstration inexacte. Il trouve plus simple de considérer directement les conditions de stabilité du triangle équilatéral de Lagrange, en supposant nulle l'une des trois masses, et de chercher si cette masse tend à se placer à un sommet du triangle, ou si elle tend à s'en écarter. On trouve alors que ce n'est que dans un cas très particulier (celui d'une certaine solution asymptotique) que pourra se réaliser la tendance à occuper le sommet du triangle. Le problème général est d'ailleurs très complexe; nous rappellerons, à ce sujet, les recherches de M. Liapounof qui datent de 1889 (voir *Bull.*, t. VI, p. 481).

Perrine. — Le 6^e et le 7^e satellite de Jupiter (4015).

On a constaté, avec étonnement, que les inclinaisons de leurs orbites sont très fortes; elles atteignent 30°.

Hackenberg. — Éphéméride de la planète (276) Adèle.

Stanley Williams, Anderson. — Étoiles variables (4015).

Poor (Ch. Lane). — La comète périodique de Brooks (4016).

Cette comète, découverte en 1889, a été revue en 1896 et en 1903. On sait que Chandler a voulu l'identifier avec la comète de Lexell, perdue depuis 1770. Les recherches de M. Schulhof et celles de M. Lane Poor n'ont pas confirmé cette hypothèse. Le dernier travail de M. Lane Poor, où il résume toutes ses recherches, relatives au même sujet, conclut également à la non-identité des comètes Brooks et Lexell, mais avec des

réserve. Il faudra examiner de plus près les perturbations dépendant de la figure de Jupiter, pendant l'appulse de 1886.

Mello e Simas. — Éléments et éphéméride de la planète (478) Tergeste.

Ceraski, Nijland, Pickering, Wolf (M. et G.). — Étoiles variables, étoiles nouvelles (4016, 4017, 4018).

Albrecht (Th.). — Résultats provisoires du service international des latitudes pour la période de 1904,0-1905,0 (4017).

Voir *Bull.*,[¶] t. XXIII, p. 203.

Nijland. — Occultation de l'étoile B. D. — 6°.6191 par Jupiter (4017).

Wedemeyer. — Éléments de la comète 1905 II (4017).

Wirtz. — La question de la variabilité des satellites de Jupiter (4017).

Il ne semble pas que les variations constatées aient une période définie, comme l'admet M. Guthnick.

Luther. — Éphéméride de la planète (58) Concordia.

Biske (F.). — Sur un colorimètre à prisme de quartz (4017).

Pickering (E.-C.). — Essais du nouveau réflecteur de 24 pouces (4018).

Pickering. — Les variations d'éclat de la planète (15) Eunomia.

Pickering. — Observations de l'éclat des satellites de Jupiter (4018).

Gabba, Knapp. — Observations de planètes et de comètes (4018).

Knopf. — Éclipse partielle de Lune du 19 février 1905 (4018).

Auwers. — Renseignements complémentaires sur les bases des nouvelles éphémérides d'étoiles du *Jahrbuch* (4019-4020).

Le nouveau Catalogue fondamental du *Jahrbuch* que prépare M. Auwers contiendra 906 étoiles, assez uniformément réparties entre les limites de $+81^\circ$ et -81° , les étoiles polaires étant réunies dans des appendices séparés. M. Auwers explique la manière dont il a composé son nouveau Catalogue, et il donne des Tables de corrections des Catalogues précédents.

Palisa, Millosevich, Valentiner. — Variations de la planète (250) Bettina (4015, 4020).

Strömgren. — Éphéméride de la planète (530) (4020).

Tass, Stanley Williams. — Étoiles variables (4021).

Antoniazzi, Pidoux, Wolf. — Observations de comètes et de planètes (4021, 4022).

Miller et Cogshall. — Mesures d'étoiles doubles, effectuées à l'Observatoire Kirkwood (4022).

Winkler. — Occultations d'étoiles, observées à Iéna (4022).

Guthnick. — Sur la rotation des satellites de Jupiter (4023).

Par ses observations photométriques, M. Guthnick croit avoir établi, pour les quatre premiers satellites de Jupiter, l'égalité des temps de rotation et de révolution.

Wirtz. — Occultations observées à Strasbourg (4023).

Wedemeyer, Banachiewicz. — Éléments et éphéméride de la comète 1905 III (4023, 4027).

Ball (L. de). — Autre forme nouvelle des Tables de réfractions (4024).

La modification principale que M. L. de Ball apporte à ses Tables de réfraction consiste à remplacer la Table à double entrée, qui don-

nait $\log \rho$ avec les arguments B et T, par deux Tables à simple entrée qui donnent les logarithmes du facteur barométrique et du facteur thermométrique, dont la somme donne $\log \rho$.

Ball (L. de). — Formules et Tables pour le calcul de la réfraction en angle de position et en distance (4024).

Le calcul de cette réfraction différentielle est facilité par les Tables de M. de Ball.

Pannekoek. — Encore la réfraction annuelle (4024).

M. Pannekoek trouve que la réponse de M. Courvoisier n'affaiblit pas ses objections. Voir *Bull.*, t. XXIII, p. 207.

Kreutz. — Éphéméride de la planète (470) Kilia (4024).

Palisa. — Observations de planètes (4024, 4025),

Harzer. — Sur la réfraction cosmique (4025).

M. Harzer convient qu'une condensation de l'éther au voisinage du Soleil peut entraîner une réfraction des rayons qui la traversent. Mais il pense que les couches réfringentes devront avoir la forme d'ellipsoïdes aplatis, et c'est en partant de cette hypothèse qu'il a cherché à évaluer la réfraction cosmique (ou réfraction annuelle) pour une série de positions de l'astre qu'on observe. L'effet de cette réfraction peut atteindre quelques dixièmes de seconde.

Jaegermann. — Mouvement de la matière caudale de la comète 1903 IV suivant un arc convexe par rapport au Soleil (4025).

Les photographies que M. Jaegermann a pu examiner depuis sa dernière communication (*A. N.*, 3978) confirment absolument ses conclusions.

Wolf, Luizet. — Étoiles variables (4025, 4026).

Frederick, Hammond. — Observations des satellites de Saturne et d'Uranus, faites à l'Observatoire naval (4026).

Sitter (W. de). — L'éclat relatif des satellites de Jupiter (4026).

D'après les mesures photométriques de Wendell, les quatre premiers satellites sont classés comme il suit :

III I II IV,

tandis que les clichés du Cap leur assignent l'ordre suivant :

III II I IV,

qui est tout différent pour I et II.

Pickering. — Photographies de planètes, obtenues avec le télescope Bruce (4026).

Dubiago. — Observations diverses, faites à Kasan (4027).

Occultations, éclipses, etc.

Abetti, Rambaud et Sy, Millosevich. — Observations de comètes et de planètes (4026, 4027, 4028).

Pickering. — Étoiles à spectres remarquables. Spectres d'étoiles variables (4027).

Przybyllok. — Positions de cratères lunaires, déterminées par mesures transversales (4028).

La méthode consiste à mesurer la longueur et l'angle de position de la corde dont le cratère occupe le milieu; ces données permettent de calculer d'abord l'angle de position du cratère et sa distance au centre du disque, puis enfin ses coordonnées sélénographiques. Ce nouveau procédé de mesure, imaginé par M. Franz, a été expérimenté à Breslau, à l'aide d'un petit héliomètre de construction ancienne. La comparaison des résultats avec ceux des mesures exécutées sur des photographies a montré l'existence de fortes erreurs systématiques; on ne peut guère compter sur les mesures transversales que lorsqu'il s'agit d'objets très lumineux. Ces erreurs doivent tenir à la variabilité du foyer, qui change un peu avec l'éclat des objets; c'est ainsi que la mise au point n'est pas la même pour le bord lunaire et pour une étoile.

Schrader (O.). — Sur la visibilité du croissant lunaire après la nouvelle Lune (4028).

On ne possède pas beaucoup de renseignements sur les conditions de

visibilité du mince croissant qui apparaît peu de temps après la nouvelle Lune. Maimonide, Hévélius et, plus récemment, J. Schmidt (en 1868) ont donné quelques détails sur ce sujet, qui prouvent que le croissant est parfois visible moins de 24 heures après la nouvelle Lune. C'est ce que confirment les observations de M. Schrader.

Tass, Ceraski, Luizet. — Étoiles variables (4028, 4030).

Battermann. — Occultations observées à Berlin (4029).

Cette nouvelle série d'occultations est beaucoup moins étendue que la première, obtenue de 1894 à 1897 (*A. N.*, 3457; *Bull.*, t. XV, p. 395), elle sera cependant utile pour la détermination de l'erreur de la longitude moyenne de la Lune.

Nijland. — Influence de la dispersion atmosphérique sur les mesures photographiques d'étoiles de même couleur (4029).

Comme M. Bergstrand, M. Nijland pense que la dispersion atmosphérique peut introduire des erreurs dans les mesures d'étoiles de même couleur, mais d'éclat différent. Il l'a déjà dit dans un Mémoire publié en 1897 (en hollandais).

Ernst. — L'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905 (4029).

Abetti, Antoniazzi, Millosevich, Palisa, Wolf, Wirtz, Tebbutt. — Observations de planètes et de comètes (4029-4032).

Hammond. — Éléments et éphéméride de (532) Herculina (4029).

Witt (G.). — Éphéméride de (433) Eros (4030).

Anding. — Compensation des marches d'une pendule (4031).

M. Anding a cru devoir revenir sur un sujet qu'il avait déjà traité en 1893, afin de répondre à certaines remarques critiques de M. Wanach (*A. N.*, 3989), qui ne lui paraissent pas justifiées.

Courvoisier. — Nouvelles remarques sur la réfraction annuelle (4031).

Réplique à la réponse de M. Pannekoek, concernant principalement

l'évaluation des parallaxes moyennes, et remarques au sujet de la Note de M. Harzer sur la réfraction cosmique.

Ebell. — Éphéméride de (156) Xanthippe.

Bianchi. — Éphéméride de (532) Herculina.

Anderson, Pickering. — Nouvelles variables (4031, 4032).

Pickering signale 843 nouvelles variables dans la petite Nuée de Magellan, qu'il faut ajouter aux 57 déjà connues.

Graff, Rheden. — Remarques concernant certaines étoiles de la liste contenue dans le sixième supplément (4032).

Le sixième supplément des *Astronomische Nachrichten* contient les positions d'étoiles extraites des Tomes CXIII-CLXIII de ce Recueil.

Eginitis. — Radiants observés à Athènes (4032).

Nijland. — Les Lyrides, les Perséides et les Léonides des dernières années (4032).

Strömgren. — Expressions analytiques des perturbations d'une orbite parabolique (4033-4034).

On doit à M. Strömgren cette importante remarque, que les perturbations planétaires, lorsqu'il s'agit d'étudier l'orbite antérieure d'une comète, doivent toujours être rapportées au centre de gravité du système solaire, et non pas simplement au Soleil (voir *Bull.*, t. XVII, p. 105 et 128). Il est vrai qu'alors, comme l'avait déjà dit Laplace, et comme M. Fabry l'a rappelé récemment (*C. R.*, 8 février 1904), la masse du Soleil doit aussi être remplacée par la masse totale du système (1,00134). Mais ce n'est pas tout; il est probable que, pour les recherches rétrospectives sur le caractère des orbites cométaires, les quadratures ou intégrations numériques ne suffiront pas toujours, et qu'il faudra recourir au développement analytique des perturbations absolues d'une orbite parabolique, ou plutôt très voisine de la parabole. C'est la tâche que s'est proposée M. Strömgren. Il a commencé par les perturbations absolues d'une orbite parabolique, causées par une planète à orbite circulaire. Le cas plus général d'une orbite *presque* parabolique, troublée par une

planète à orbite elliptique, se ramène assez facilement au précédent; M. Strömgren se réserve de le traiter dans un autre Mémoire, qui contiendra aussi des Tables numériques. Il a obtenu des séries suffisamment convergentes en supposant toujours que la comète se trouve très loin de son périhélie et de l'orbite du corps troublant. Tout revient finalement à l'évaluation d'intégrales de la forme

$$\int \frac{\sin(i\mu_1 t + i\varepsilon_1)}{(t-T)^{\frac{n}{3}}} dt,$$

qui dépendent des fonctions Γ .

Strömgren. — Théorème relatif aux perturbations des comètes (4058).

Dans cette Note, M. Strömgren convient qu'il sera généralement possible d'arriver au but (c'est-à-dire d'élucider le caractère antérieur d'une orbite) par un calcul très rapide, en se servant de la relation

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{a_0} - \frac{2}{k^2} \int_{-\infty}^{t_0} \frac{dR}{dT} dt,$$

où R représente la fonction perturbatrice, convenablement transformée. M. Strömgren applique ce procédé à la comète 1890 II, dont il s'est déjà occupé plusieurs fois, et dont l'orbite antérieure est décidément elliptique. Il démontre ensuite un intéressant théorème, qui permet d'assigner une limite supérieure à la différence $\frac{1}{a} - \frac{1}{a_0}$, et d'économiser les calculs de perturbations.

Les deux Notes de M. Strömgren ont paru en juillet et décembre 1905. Il convient peut-être de rappeler que la même question a été traitée, d'une manière indépendante, par MM. Fabry et Fayet, dans les Mémoires qui ont été couronnés en décembre 1905, et qui avaient été adressés à l'Académie des Sciences au mois de mai. Le Mémoire de M. Fayet a fourni la substance d'une Thèse de doctorat en 1906.

Stanley Williams. — La tache rouge de Jupiter (4034).

Nijland, Bilt, Wolf, Millosevich. — Observations de comètes et de planètes (4034).

Wirtz. — Observations des satellites de Neptune et de Saturne, faites à Strasbourg (4035).

Perrine. — Orbites du 6^e et du 7^e satellite de Jupiter (4035).

Pickering. — Étoile probablement nouvelle (RS Ophiuchus) (4035).

Le spectre de cette variable est plutôt celui d'une Nova.

Lowell (P.). — Les canaux de Mars photographiés (4035).

M. Lampland a enfin réussi à photographier les canaux de Mars, en réduisant fortement l'ouverture de l'objectif. Les photographies s'accordent avec les dessins faits par Lowell.

Schræter. — Notes concernant deux étoiles des zones de Bonn (4035).

Wilkins. — Perturbations que l'anneau des astéroïdes peut exercer sur les astéroïdes et les comètes (4036).

L'auteur suppose la masse totale des astéroïdes répartie uniformément sur un anneau circulaire dont le rayon (2,7) correspond à $n = 800'$, et il admet, avec Harzer, que la masse de l'anneau égale une fois et demie celle de Mars. Il développe ensuite les formules qui permettent d'évaluer les perturbations que cet anneau peut exercer sur une petite planète ou sur une comète. Il est à remarquer que les éléments a et e n'éprouvent que des perturbations périodiques, tandis que M et ϖ sont aussi affectés d'inégalités séculaires.

Valentiner, van Biesbræck, Moschick, Wolf, Pickering, Graff, Ceraski. — Étoiles variables (4036-4039).

Millosevich, Nijland, v. d. Bilt, Abetti, Koss, Wolf, Palisa. — Observations de planètes et de comètes (4037, 4038, 4039).

Pickering, Frost. — Positions de Phébé (4037).

Ceraski. — Sur les variations de l'intensité de la radiation solaire (4037).

Ces variations pourraient se conclure des variations simultanées de plusieurs petites planètes.

Epstein. — Résultats d'observations suivies des taches solaires (4037).

Götz. — Éléments et éphémérides de (532) Herculina (4038).

Wedemeyer. — Éléments de la planète (555).

Rosenberg. — Le bolide du 21 mars 1904 (4039).

Voir *Bull.*, t. XXIII, p. 465.

Kimura. — Résultats des déterminations de la latitude par des observations de 4 groupes par nuit, à Mizusawa (4040-4041).

Voir *Bull.*, t. XXIII, p. 205.

Schæberle. — Preuves de l'existence, dans le système solaire, de courants de matière, sortis du Soleil (4041).

Ce sont principalement les phénomènes cométaires qui, dans l'opinion de l'auteur, militent en faveur de l'hypothèse de jets de matière, lancés par le Soleil, qui, selon leur vitesse initiale, se perdent dans l'espace ou retombent sur le Soleil (si la vitesse initiale est inférieure à 611^{km} par seconde). Ces courants peuvent rencontrer la Terre et les autres planètes, ainsi que les comètes, et donner naissance à toute sorte de phénomènes qui n'auront rien de périodique. Tout cela ne laisse pas d'être un peu nuageux.

Doberck. — Sur l'orbite de γ Couronne boréale (4041).

Downing. — Comparaison des positions des étoiles fondamentales australes d'Auwers avec le Catalogue de Newcomb (4041).

Pickering, Weisbach, Palisa. — Observations de planètes (4041, 4042).

Viaro. — Positions d'étoiles, observées entre 45° et 55° de déclinaison boréale (4042).

Terkàn. — Détermination photométrique des étoiles de la zone australe 0° — 10° jusqu'à la 6^e grandeur (4042).

Ross. — Éléments et éphéméride du 6^e satellite de Jupiter (4042).

Osten (H.). — Recherches sur les différences systématiques des observations méridiennes faites à l'observatoire Radcliffe (Oxford) de 1862 à 1876 (4043-4044).

Des différences, parfois très sensibles, se manifestent surtout dans les déclinaisons, et il paraît certain que la cause de ces écarts doit être cherchée dans un défaut de solidité de la monture de l'objectif. Il a été assez difficile d'établir des Tables de réduction de ces observations à un système moyen, puis au système du dernier catalogue Auwers.

Ball (L. de). — Influence de la vapeur d'eau sur les réfractions (4044).

M. de Ball adopte pour le coefficient hygrométrique des réfractions la valeur trouvée par Bauschinger. Voir à ce sujet *Bull.*, t. XXIII, p. 250.

R. R.

BALL (L. DE). — TABLES DE RÉFRACTIONS. Leipzig, 1906. Engelmann; in-4°, 18 pages.

Les nouvelles Tables de réfractions de M. de Ball sont destinées au calcul logarithmique. Une Introduction de quelques pages (texte allemand et français) en explique l'usage avec précision. Les Tables 1 et 2 donnent les logarithmes du facteur barométrique et du facteur thermométrique, dont la somme représente le logarithme de la densité de l'air ($\log \rho$). Cette somme s'ajoute à $\log R_0$, que la Table 4 donne, pour toutes les minutes, depuis $z = 0^\circ$ jusqu'à $z = 80^\circ$, avec 4 décimales. Enfin, les petites Tables 5 et 6 donnent, en unités de la quatrième décimale, les corrections C_1 (Arg. z et t) et C_2 (Arg. z et $\log \rho$), après quoi la réfraction cherchée R s'obtient en faisant

$$\log R = \log R_0 + \log \rho + C_1 + C_2.$$

La petite Table 3 (Arg. z et $\log \rho$) donne directement la réfraction vraie pour les distances zénithales z , inférieures à $0^\circ 25'$.

Les Tables 7 à 9 servent à calculer la réfraction en angle de position et en distance lorsqu'il s'agit de mesures héliométriques. Les Tables 10 et 11 facilitent le calcul de la réfraction différentielle dans le cas d'observations micrométriques ou de mesures photographiques.

Ajoutons que ces nouvelles Tables de réfractions sont fondées sur la

constante déterminée par M. Bauschinger ($60'',15$), qui est un peu plus faible que celle de Bessel (voir *Bull.*, t. XXIII, p. 246). Elles seront d'un usage très commode, d'autant plus que l'impression est très soignée.

R.

KAPTEYN. — STAR STREAMING. (*Congrès de l'Association britannique au Cap*, 1905.)

Le professeur Kapteyn a fait un relevé de très nombreux mouvements propres. Il a divisé le ciel en 28 régions et, dans chacune d'elles, il a relevé la grandeur et la direction des mouvements propres observés; il a construit ensuite pour chaque région un diagramme, obtenu en portant, à partir d'un point, différents vecteurs proportionnels à la somme des mouvements propres ayant même direction que ce vecteur. Ces diagrammes sont donc analogues à ceux qui figurent sur les cartes faites par Maury, des vents les plus fréquents dans l'Atlantique Nord.

Si les mouvements propres étaient uniformément distribués, chacun de ces diagrammes devrait être symétrique, l'axe de symétrie étant le grand cercle qui va du centre de la région considérée à l'apex. Il y aurait un maximum unique dans la direction de l'antapex.

On constate que cette symétrie n'existe pas. Si, pour l'une de ces régions, on projette tous les mouvements propres sur l'axe de symétrie supposé, et qu'on prenne la moyenne de ces projections d'une part pour la moitié gauche du diagramme, d'autre part pour la moitié droite, ces deux moyennes devraient être égales s'il y avait symétrie. Or on trouve pour ces deux moyennes $5'',5$ et $1'',3$, ou $2'',4$ et $4'',8$, ou $2'',2$ et $7'',0$. La dissymétrie est d'autant plus marquée que la région envisagée est plus éloignée de la Voie lactée.

Elle ne peut pas s'expliquer, ni par l'incertitude sur la position de l'apex, ni même par un mouvement général qui appartiendrait à toutes les étoiles d'une même région. Car alors chacun des diagrammes resterait symétrique. Les grands cercles axes de symétrie iraient converger en un point qui ne serait pas l'apex adopté, dans l'hypothèse d'une erreur sur la position de l'apex. Ils ne convergeraient plus en aucun point, dans l'hypothèse du mouvement régional, mais chaque diagramme aurait un axe de symétrie.

Or, non seulement on ne constate pas cette symétrie, mais chacun des diagrammes présente deux maxima au lieu d'un. M. Kapteyn a été ainsi conduit à l'hypothèse de deux essaims indépendants d'étoiles, se pénétrant mutuellement et ayant chacun un mouvement d'ensemble.

TABLES

DES

MATIÈRES ET NOMS D'AUTEURS.

TOME XXIII; 1906.

RECUEILS PÉRIODIQUES DONT LES ARTICLES ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS CE VOLUME.

Astronomical Journal, n° 563-585, p. 64, 369.

Astronomische Nachrichten, n° 3913-4044, p. 97, 196, 442.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXXV à CXLI, p. 377, 401.

Monthly Notices, t. LXV, p. 108, 263, 343, 365.

The Observatory, vol. XXVII (1904), p. 31.

1

TABLE DES MATIÈRES.

Dans cette Table, comme dans celle des Noms, on a indiqué en chiffres **GRAS** les pages des articles originaux, tant pour les Mémoires que pour les Observations, les Variétés, etc.; — et l'on a indiqué en caractères ordinaires les pages des Analyses, Mémoires, Observations et Indications quelconques signalés dans d'autres publications.

	Pages.		Pages.
Aberration :		l'amas M 13, Hercule.....	110
— Constante de l'aberration.....	71	— Le grand amas d'Hercule.....	351
— Sur la détermination de la constante d'aberration au moyen de trois étoiles très voisines du pôle.....	423	— Grandeurs photographiques et positions moyennes de 350 étoiles du groupe des Pléiades	448
— Les valeurs les plus probables de la constante d'aberration.	442	— Mensuration d'un amas d'étoiles du Petit Renard.....	464
Aciers au nickel :		Anomalies :	
— Nouvelles recherches sur la dilatation des aciers au nickel.	383	— Relation entre les anomalies vraies dans une parabole et dans une ellipse très excentrique ayant la même distance de périhélie.....	373
Actinométrie :		— Propriétés d'une certaine anomalie pouvant remplacer les anomalies déjà connues dans le calcul des perturbations des petites planètes.....	377
— Observations actinométriques faites au sommet du mont Blanc	419 et 421	— Sur les anomalies de la pesanteur dans certaines régions instables	383
Air :		— Sur la signification géologique des anomalies de la gravité.	407
— Étude du 3 ^e groupe de bandes de l'air, avec une forte dispersion	416	Apex :	
Altimétrie :		— Sur la détermination de l'apex.	462
— Vérification des altitudes barométriques par la visée directe des ballons-sondes.	424	Arc :	
Amas stellaires :		— L'arc du Petit Renard	106
— Les positions de 70 étoiles dans			

	Pages.		Pages.
Astéroïdes :		Bolides :	
— Voir <i>Planètes (petites)</i> .		— Le bolide du 21 mars 1904....	465 et 478
Astrolabe :		— Époques de bolides pendant la	
— Clavius et l'Astrolabe (<i>suite</i>).		seconde moitié de l'année...	38
45, 119, 153, 378 et	427	Brouillard :	
Atmosphère :		— Les brouillards à Londres....	36
— Sur les propriétés de l'atmo-		Carte du Ciel :	
sphère terrestre.....	402	— Sur l'orientation de la Carte pho-	
— Sur la diminution de la trans-		tographique du Ciel.....	444
parence de l'atmosphère....	445	Voir <i>Photographie stellaire</i> .	
— Hypothèse de J.-B. Biot pour		Catalogues (Bibliographie) :	
expliquer la hauteur de l'atmo-		— Catalogue international de lit-	
sphère.....	384	térature scientifique.....	208
Attraction :		Catalogues stellaires :	
— L'attraction newtonienne con-		— Catalogue astrophotographique de la	
sidérée comme une fonction		calotte boréale.....	32
du temps.....	463	— Catalogue de Groombridge....	33
Aurores polaires :		— Corrections définitives des po-	
— Aurore boréale observée à		sitions du Catalogue fonda-	
Munster le 31 octobre 1903..	101	mental du <i>Jahrbuch</i>	104
— L'aurore boréale du 15 novem-		— Comparaison du Catalogue AG	
bre 1905.....	426	(1900,0) de Vienne (<i>Ottak-</i>	
— Origine, spectre des aurores		ring) avec le 3 ^e Catalogue de	
polaires.....	34	Radcliffe (1890,0).....	113
— Influence remarquable d'une		— La prochaine organisation inter-	
aurore boréale sur une pen-		nationale. Une suggestion...	366
dule électro-magnétique....	106	— Les étoiles fondamentales du	
— Sur la période diurne des au-		Catalogue zodiacal.....	448
rores boréales.....	405	— Étoiles de la zone BD — 1 ^o	455
Bain de mercure :		— Remarques concernant cer-	
— Sur l'amortissement des trépi-		taines étoiles de la liste con-	
dations du sol; application		tenue dans le 6 ^e supplément	
au bain de mercure à couche		des <i>Astr. Nachr</i>	475
épaisse.....	402	— Comparaison des positions des	
Baromètre :		étoiles fondamentales aus-	
— Sur la formule barométrique		trales d'Auwers avec le Cata-	
de Laplace.....	405	logue de Newcomb.....	478
Bibliographie :		— Positions d'étoiles observées	
— Le Catalogue international de		entre 45° et 55° de déclinaison	
littérature scientifique.....	208	boréale....	478
Biérides :		— Catalogue d'étoiles doubles....	32
— Voir <i>Étoiles filantes</i> .		Catalogues photographiques :	
		— Sur le premier Volume du Cata-	
		logue photographique du Ciel	
		d'Helsingfors.....	409

TABLE DES MATIÈRES.

485

	Pages.		Pages.
Cercle de Bishop :		Collimateur :	
— Le cercle de Bishop de 1902-1904.....	411	— Sur la détermination photographique de la latitude au moyen d'un collimateur zénithal suspendu.....	97
— Le cercle de Bishop et la montagne Pelée, de la Martinique.	421		
Cercles gradués :		Colorimètre :	
— Sur une cause de la variabilité des erreurs de division dans certains cercles gradués.....	415	— Sur un colorimètre à prisme de quartz.....	470
Cercle méridien :		Comètes :	
— Étude des pivots du cercle méridien Olcott à l'Observatoire Dudley.....	72	— Observations, 371, 376, 444, 445, 446, 450, 452, 453, 455, 457, 461, 462, 463, 464, 468, 470, 471, 473, 474, 476 et	477
— Rotations simultanées de deux cercles d'une méridienne, remarques diverses.....	91	— Photographies de comètes.....	31
— Note sur les variations diurnes du nadir et du niveau du cercle méridien.....	349	— Remarques au sujet d'une Note de M. Herz concernant l'explication des queues cométaires.	101
Chambre zénithale :		— Sur les effets possibles de la radiation sur le mouvement des comètes, avec application à la comète d'Encke.....	117
— Détermination photographique de la latitude au moyen d'une chambre zénithale suspendue.....	98	— Théorème relatif aux perturbations des comètes.....	476
— Remarques concernant la chambre zénithale suspendue de M. Schwarzschild.....	302	— Perturbations que l'anneau des astéroïdes peut exercer sur les astéroïdes et les comètes.	477
Chronographe :		Comète d'Encke.	
— Sur la précision des observations au chronographe imprimant.....	83	— Observations.....	237, 371 et 376
— Sur l'emploi du chronographe imprimant.....	433	— Éphéméride approchée.....	448
Chronomètre :		— Éphéméride.....	452
— Sur la relation entre la pression et la marche des chronomètres.....	407	Comète de Faye.	
Coefficients :		— Éphéméride.....	99
— Sur le calcul des coefficients b_s^i de Laplace.....	452	Comète Winnecke.	
Cœlostat :		— Éphéméride.....	100
— Note sur le cœlostat et le sidérost.	271	Première comète périodique de Tempel.	
— Réglage du cœlostat.....	291	— Éphéméride de recherche.....	466
		Comète 1819 II.	
		— Orbite définitive.....	376
		Comète 1867 II.	
		— Éphéméride.....	423
		Comète Tempel (1873 II).	383 et 456
		— Observations.....	417
		— Éphéméride.....	448 et 457
		Comète Wolf (1884 III).	
		— Éphéméride.....	201

	Pages.		Pages.
Comètes :		Comètes :	
<i>Comète 1887 II.</i>		<i>Comète 1904 b (Encke).</i>	
— Orbite définitive.....	446	— Observations.....	370
<i>Comète 1889 IV.</i>		<i>Comète 1904 d (Giacobini).</i>	
— Orbite définitive.....	446	— Observations.. 60, 237, 418 et	423
<i>Comète de Brooks (1889 V).....</i>	469	— Éléments et éphéméride. 71 et	418
— Observations.....	369	<i>Comète 1904 e (Borrelly).</i>	
<i>Comète 1898 X.</i>		— Observations.. 61, 70, 71, 72,	
— Orbite définitive.....	107	239, 370 et	423
<i>Comète 1901 I.</i>		— Éléments elliptiques.....	73
— Sur l'orbite de cette comète...	102	— Éléments et éphéméride. 72 et	423
<i>Comète 1902 b (Perrine).</i>		<i>Comète 1905 a (Giacobini).</i>	
— Observations.....	382	— Observations... 73, 149, 188,	
— Spectre.....	384	370 et	423
<i>Comète 1902 d (Giacobini).....</i>	383	— Éléments et éphéméride. 73 et	423
— Observations.....	382	<i>Comète 1905 b (Schaefer).</i>	
— Éléments.....	382 et 406	— Observations... 63, 194, 375,	
<i>Comète 1903 a (Giacobini).</i>		376 et	377
— Observations..... 71 et	406	— Éléments et éphéméride.....	374
— Éléments.....	406	<i>Comète 1905 II (Borrelly).....</i>	437
<i>Comète 1903 c (Borrelly).</i>		— Observations.....	27
— Observations..... 71, 370 et	406	— Éléments et éphéméride. 457,	
— Éléments et éphéméride.....	406	461 et	470
— Observations photographiques.	409	<i>Comète 1905 III (Giacobini).....</i>	465
— Observations spectroscopiques.	409	— Observations. 24, 27, 63, 427 et	445
<i>Comète 1903 III.</i>		— Éléments et éphéméride. 427,	
— Orbite définitive.....	369	466 et	471
<i>Comète 1903 IV.</i>		<i>Comète 1906 a (Brooks).</i>	
— Sur l'absorption de la lumière		— Observations.....	376
stellaire par cette comète... 99		— Éléments et éphémérides.....	376 et 377
— Étude photométrique.....	102	<i>Comète 1906 b (Kopff).</i>	
— Sur les mouvements de la ma-		— Observations..... 306, 310 et	333
tière caudale de la comète..	453 et 472	Constante de Gauss :	
<i>Comète 1904 a (Brooks).</i>		— Note sur l'exactitude de la con-	
— Découverte.....	201	stante de Gauss.....	449
— Éphéméride.....	64	Constellations :	
— Observations.. 25, 27, 60, 68,		— Les constellations formées par	
71, 371 et	413	Bartsch et par Hévélius....	45
— Éléments et éphéméride.....	413	Courants de matière :	
— Étude physique et photométri-		— Preuves de l'existence, dans le	
que.....	463	système solaire, de courants	
<i>Comète 1904 II (Giacobini).....</i>	457	de matière sortis du Soleil... 478	
— Observations.....	27	Crépuscules :	
— Éléments et éphéméride.....	457 et 463	— Sur les lueurs crépusculaires	
		récentes.....	379 et 381

TABLE DES MATIÈRES.

487

	Pages.
Crépuscules :	
— Sur les crépuscules rouges observés à Athènes en 1902....	381
— Sur les lueurs crépusculaires observées à Bordeaux pendant l'hiver 1902-1903.....	404
Diaphragme :	
— Sur une application du diaphragme en Astronomie....	420
— Sur l'emploi d'un diaphragme de séléniurn pour la transmission des battements de secondes.....	461
Diazénithal :	
— Note sur le diazénithal.....	452
Diffraction :	
— Quelques applications de la théorie de la diffraction....	200
Dispersion atmosphérique :	
— Sur la dispersion atmosphérique.....	323
— Effet de la dispersion atmosphérique sur la détermination des parallaxes annuelles.	462
— Influence de la dispersion atmosphérique sur les mesures photographiques d'étoiles de même couleur.....	474
Distances d'étoiles :	
— Remarques critiques sur les procédés de détermination des distances des étoiles fixes...	468
Éclipses :	
<i>Éclipses de Soleil :</i>	
— Sur l'éclipse d'Agathocle.....	114
— Sur la valeur des anciennes éclipses de Soleil.....	367
— La météorologie des éclipses totales de Soleil.....	424
— Les ombres mouvantes de l'éclipse totale de Soleil du 12 mai 1706.....	422
— Observations de l'éclipse annulaire de Soleil du 16-17 mars 1904 à Pnom-Penh (Cambodge).....	385

	Pages.
Éclipses :	
<i>Éclipses de Soleil :</i>	
— L'éclipse annulaire du 6 mars 1903, observée dans l'Australie du Sud.....	367
— Observations de l'éclipse totale de Soleil du 29-30 août 1905.	391
— Sur l'éclipse totale du 30 août 1905.....	425
— Observations de l'éclipse du 30 août 1905.....	427
<i>Éclipses de Lune :</i>	
— Éclipses de Lune observées à Lisbonne.....	443
— Observations de l'éclipse partielle du 11-12 avril 1903....	406
— L'éclipse partielle du 19 février 1905.....	420, 470 et 474
— L'extension apparente de l'ombre terrestre au delà du bord de la Lune partiellement éclipée.....	465
Écrans colorés :	
— Méthode pour établir des écrans colorés destinés à isoler certains groupes de radiations spectrales.....	424
Électricité atmosphérique :	
— Étude de l'électricité atmosphérique au sommet du mont Blanc par beau temps.	402
— Sur une déperdition électrique dans l'air au sommet de la tour Eiffel, pendant l'orage du 24 juillet 1904.....	414
— Sur la dissymétrie de la déperdition électrique en pays de montagnes; rôles comparés de l'altitude et du relief....	426
— Observations d'électricité atmosphérique sur la terre de Graham.....	426
Éphémérides astronomiques :	
— Renseignements complémentaires sur les bases des nouvelles éphémérides des étoiles du <i>Jahrbuch</i>	471

	Pages.		Pages.
Équations :		Étoiles :	
— Détermination analytique de la règle pour combiner linéairement une série d'équations d'observations indirectes de telle sorte que les erreurs probables des quantités inconnues deviennent minima.	372	— Sur une étoile de 9 ^e grandeur, voisine de BD + 60°, 1358.	466
— Sur l'utilisation d'intégrales incomplètes de l'équation aux dérivées partielles de Hamilton-Jacobi.	444	— La déclinaison de BD + 50°, 2146.	101
— Sur l'équation de Képler.	446	— Note sur l'étoile BD + 37°, 855.	464
Équation décimale :		— Sur les étoiles BD + 28°, 518 et 37°, 903.	468
— Sur l'équation décimale dans les observations méridiennes de passages enregistrées au chronographe imprimant.	361	— L'étoile BD + 30°, 583.	458
Équation de grandeur :		— L'étoile BD + 23°, 813.	197
— Note complémentaire sur l'origine de l'équation de grandeur dans les mesures photographiques.	117	— Disparition de l'étoile BD + 17°, 344.	464
— L'équation de grandeur dans les observations de passages.	444	— Sur la position de Sj. 8144.	101
Équation de lumière :		— Note concernant l'étoile A.-G. Helsingfors 7016.	109
— Ses valeurs les plus probables.	442	— Déclinaisons de l'étoile Groombridge 1830.	100
Équatorial :		— Note concernant deux étoiles des zones de Bonn.	477
— Sur une nouvelle forme d'équatorial.	197 et 199	— Observations méridiennes d'étoiles de Piazzi non cataloguées.	101
— Sur la surface focale primitive de l'objectif de l'équatorial photographique de l'Observatoire de Toulouse.	379	— Réduction des ascensions droites du Catalogue de Hong-Kong.	341
Équilibre :		— Positions moyennes d'étoiles observées à Pola.	464
— Sur l'équilibre relatif de n corps.	50	— Remarques critiques sur les procédés de détermination des distances des étoiles fixes.	468
Erreurs de division :		— Les distances effectives entre deux étoiles.	41
— Sur une cause de variabilité des erreurs de division dans certains cercles gradués.	415	— Luminosité stellaire et absorption de la lumière des étoiles.	69
Erreurs d'observation :		— Remarques sur la détermination du nombre et de la parallaxe moyenne des étoiles de différentes grandeurs.	67
— Sources d'erreurs.	252 et 253	— Distribution stellaire.	40
Éther :		— Spectres des 3 ^e et 4 ^e types.	35
— Le mouvement de rotation de la Terre et l'éther.	445	— Le spectre des étoiles du type d'Antarès.	40
		Étoiles circompolaires :	
		— Déclinaisons de certaines étoiles circompolaires.	65
		Étoiles colorées :	
		— Étoiles colorées qui existent entre 40° et 60° de déclinaison boréale. Distribution des	

TABLE DES MATIÈRES.

489

Étoiles :	Pages.
<i>Étoiles colorées :</i>	
étoiles colorées sur l'hémi-sphère nord	443 et 459
— Observations concernant le rapport qui existe entre la couleur et l'éclat des étoiles.	200
— Couleurs des étoiles jusqu'à la grandeur 3,4 entre 20° de déclinaison australe et le pôle Sud.....	453
— Sur une étoile colorée remarquable.....	461
<i>Étoiles doubles et multiples.....</i>	342
— Quelques étoiles doubles intéressantes.....	41
— Anciennes mesures d'étoiles doubles.....	66
— Mesures d'étoiles doubles. 105, 377 et	471
— Étoiles doubles nouvelles.....	348
— λ Andromède	41
— Recherche sur le système binaire β Cocher	202
— Sur la densité et l'aplatissement des étoiles doubles serrées..	348
— Sur le rapport des masses du couple 70 Ophiuchus	443
— L'orbite de Castor et de ζ Saggi-taire.....	450
— L'orbite de Sirius	454
— L'orbite du compagnon de Si-rus.....	445
— Orbites de 6 étoiles doubles...	458
— Sur l'orbite de γ Couronne bo-réale	478
— Sur l'éclat relatif des étoiles binaires.....	114
— Étoiles doubles nébuleuses....	41
<i>Étoiles filantes :</i>	
— Observations d'étoiles filantes faites à Prague en 1902.....	455
— Observations des Perséides, des Léonides et des Biélides, faites à Athènes en 1902	381
— Observations des Léonides et des Biélides faites à Athènes en 1903	408

Étoiles :	Pages.
<i>Étoiles filantes :</i>	
— Observations des Perséides en 1903	103
— Observations des Perséides en 1904	415
— Observations des Perséides en 1904 et détermination des hauteurs au-dessus du sol...	417
— La durée de l'essai des Per-séides	38
— Trajectoires de 12 météores ob-servés en Angleterre, en avril, juillet et août 1903	103
— Les Léonides en 1903. 39, 99 et	197
— Les Léonides en 1904. 113, 272, 417 et	458
— Étoiles filantes du 13 décembre 1904.....	467
— Les météores de la comète de Biéla	366 et 373
— Sur quelques particularités des étoiles filantes. Existence de points radiants par 45° de la-titude.....	379
— Sur une étoile filante très basse.	452
— Sur une méthode pour la déter-mination des orbites de mé-téores.....	457
— Sur la détermination du ra-diant d'un essaim d'étoiles filantes avec application aux Biélides	461
— Radiants observés à Athènes..	475
— Les Lyrides, les Léonides et les Perséides des dernières an-nées.....	475
<i>Étoiles fixes :</i>	
— Mouvements systématiques des étoiles fixes.....	41
<i>Étoiles à mouvement propre :</i>	
— Déclinaisons et mouvements propres de 32 étoiles aus-trales pour 1900,0	417
— Résultats de la discussion de 144 mouvements propres très sensibles.....	447
— Le mouvement propre de l'é-toile BD + 38°, 3095	377

Étoiles :	Pages.	Étoiles :	Pages.
<i>Étoiles nouvelles :</i>		<i>Étoiles variables :</i>	
— Nouvelles variables.....	454	— Nouvelle variable 15, 1904 Gémeaux.....	203
— Étoile nouvelle d'Ophiuchus en 1604.....	41	— Nouvelle variable 16, 1904 Persée.....	203
— Observations de la Nova de Persée.....	201 et 202	— Nouvelle variable 17, 1904 Andromède.....	203
— Étoile probablement nouvelle (R. S. Ophiuchus).....	477	— Note sur des étoiles variables, 64 et 371	
— Sur le spectre des étoiles nouvelles.....	100 et 297	— La variable δ Céphée.....	20
<i>Étoiles variables..</i> 35, 457, 459, 464, 471, 472, 474 et 477		— Recherches sur la variable δ Céphée.....	444
— Observations.. 341, 447, 454, 466, 467, 469 et 470		— Résultats des observations de δ Céphée.....	456
— Nouvelles variables. 443, 445, 446, 448, 449, 451, 459, 463 et 475		— La variable RT Aigle.....	107
— Observations de 2387 Nova des Gémeaux.....	66	— La variable γ Cocher.....	116
— L'étoile variable Z Gémeaux = 9, 1903.....	371	— La variable RX Lyre.....	202
— Observations de 49, 1903 Orion. 65		— La variable ζ Gémeaux.....	303
— La variable 58, 1903 Cygne....	100	— Observations et éléments de la variable S Machine pneumatique. Observations et courbe de lumière de la variable Y Sagittaire.....	445
— Sur la variable 59, 1903 Cygne. 99		— Sur les variations de lumière de 6189 U Ophiuchus.....	66
— Nouvelle variable 61, 1903 Cygne.....	99	— Sur la variabilité de F.32 Cassiopée.....	72
— Sur la variable 62, 1903 Andromède.....	101 et 107	— Sur la variabilité de 68 u Hercule.....	88
— Nouvelle variable 63, 1903 Lyre. 101		— Recherches sur les variations d'éclat de l'étoile ϵ Cocher..	101
— La variable 1, 1904 Persée....	104	— Sur les changements d'éclat de la variable χ Cocher.....	102
— Nouvelle variable 2, 1904 Taureau.....	103	— Note sur la variation de ϵ Cocher.....	111
— Nouvelle variable 3, 1904 Écrevisse.....	103	— Sur la diminution de la grandeur visuelle de la variable 159, 1904 Pégase.....	113
— Nouvelle variable 4, 1904 Petit Renard.....	105	— Les variables de la nébuleuse d'Orion..... 197, 445 et 454	
— Découverte de 2 variables 5, 1904 Petit Renard et 6, 1904 Cassiopée.....	104	— Variabilité du compagnon de la Polaire 18, 1903 Petite Ourse.	200
— Nouvelle variable 7, 1904 Cygne. 106		— Sur la variation d'éclat de ν Grande Ourse.....	201
— Nouvelle variable 8, 1904 Orion. 106		— Éléments revisés de UY Cygne. 344	
— Nouvelle variable 9, 1904 Orion. 64 et 197		— Éléments revisés de Y Lyre... 344	
— Nouvelle variable 10, 1904 Licorne.....	197	— La grandeur de η Argo en 1905. 367	
— Nouvelles variables 11, 1904 Orion, 12, 1904 Gémeaux, 13, 1904 Lion.....	199	— Sur les variations de lumière de 2279 T Licorne.....	370
— Nouvelle variable 14, 1904 Cygne.....	200		

TABLE DES MATIÈRES.

491

Étoiles :	Pages.	Grandeurs stellaires :	Pages.
<i>Étoiles variables :</i>		— Sur la formule reliant les dia-	
— Une étoile à éclipse de longue		mètres des images photogra-	
période.....	39	phiques avec la grandeur	
— Note sur quelques étoiles de		stellaire.....	350
Al-Sufi.....	40	— Sur l'éclat relatif des étoiles..	118
— Période de 6760 χ Paon.....	64	Gravitation :	
— Maxima et minima observés		— Recherches sur la gravitation.	426
d'étoiles variables en 1900-		Grêle :	
1903.....	64	— Sur la chute de grêle du	
— Une nouvelle étoile variable		16 juillet 1905 à Maisons-	
de courte période.....	70	Laffitte.....	425
— Minima de l'étoile variable du		Héliomètre :	
type d'Algol, 7096 JY Cygne.	71	— Note concernant la théorie de	
— Désignation des nouvelles va-		l'héliomètre.....	452
riables.....	99 et 456	Hélioscope :	
— Données relatives à quelques		— Hélioscope polariseur.....	355
étoiles variables nouvelles..	101	Heure :	
— Sur les variations de couleurs		— Sur la distribution de l'heure	
des étoiles.....	200	à distance au moyen de la	
— Sur un minimum secondaire de		télégraphie électrique sans	
la variable du type d'Algol,		fil.....	413
UZ Cygne.....	203	— Transmission précise de l'heure	
— Maxima et minima de variables		par le téléphone.....	423
à longue période. 369, 370 et	377	Hydrographie :	
— Note sur quelques étoiles à		— Les missions hydrographiques	
longue période.....	369	des côtes de France de 1901	
— Observations photométriques		à 1903.....	412
de variables à longue période.	443	Images :	
— Observations d'étoiles variables		— Sur la cause du trouble des	
à période longue ou incon-		images solaires au foyer d'un	
nue.....	446	réfracteur par suite d'une	
— Carte des environs de 25 étoiles		exposition prolongée au so-	
variables de la constellation		leil.....	86
de l'Aigle.....	447	Instruments; Instruments mé-	
— Variables à longues périodes..	448	ridiens :	
— Spectres d'étoiles variables....	473	— Remarques concernant le chan-	
Géodésie :		gement des piliers de l'in-	
— Rapport présenté au nom de la		strument des passages de	
commission chargée du contr- ôle scientifique des opéra- tions géodésiques de l'Équa- teur.....	384, 411 et 421	Washington.....	106
— Sur la distribution de la ma- tière à la surface de la Terre.	404	— Conférence faite devant la réunion des naturalistes à Breslau (Instruments et pro- cédés, en Topographie et en Astronomie).....	451
— Travaux géodésiques aux envi- rons de Tananarive.....	411		
— Le calcul des positions géodé- siques.....	70		

	Pages.		Pages.
Jupiter :		Longitude :	
Voir <i>Planètes (Grosses)</i> .		— La longitude et la variation	
Jour sidéral	425	magnétique.....	40
Latitude :		— Sur la possibilité d'utiliser la	
— Sur la détermination photo-		télégraphie sans fil pour la	
graphique de la latitude au		détermination des longitudes.	454
moyen d'un collimateur zé-		— Note sur la détermination de	
nithal suspendu.....	97	la longitude Paris-Green-	
— Détermination photographique		wich en 1902.....	116 et 417
de la latitude au moyen d'une		— Sur la détermination, par trans-	
chambre zénithale suspendue.	58	port de temps, des différences	
— Sur la période de six ans qui		de longitudes à Madagascar	
se manifeste dans le mouve-		et à la Réunion.....	420
ment du pôle terrestre pen-		— Compensation du réseau des	
dant l'intervalle 1891-1902...	105	longitudes de l'Europe cen-	
— Résultats provisoires du ser-		trale.....	459
vise international des lati-		Lumière :	
tudes pour l'intervalle 1903,0-		— Remarques sur l'absorption de	
1904,0 et 1904-1905. 203 et	470	la lumière dans l'espace.....	67
— Note sur la période du terme		— Sur l'absorption de la lumière	
principal du mouvement du		stellaire par la comète	
pôle.....	454	1903 IV.....	99
— Détermination de la latitude		— Vitesse.....	381
de Göttingue.....	467	— Le mouvement de la Terre et	
— Résultats des déterminations de		la vitesse de la lumière.....	423
latitude par des observations		Lumière zodiacale, antizodia-	
de 4 groupes par nuit.....	478	cale :	
Variations de la latitude :		— Observations de la lumière zo-	
— Quelques remarques sur les		diazale faites au sommet du	
variations de latitude.....	197	mont Blanc.....	419
— La variation des latitudes.....	203	— Observations de la lumière an-	
— Sur les erreurs systématiques		tizodiacale faites à Utrecht..	466
dans la recherche des varia-		Voir <i>Équations de grandeur</i> .	
tions de latitude.....	369	Lune :	
— Détermination de la latitude		— La latitude observée de la Lune	
et de ses variations pendant		de 1847 à 1901.....	349
les années 1898 et 1899.....	448	— Note complémentaire sur les	
— Variation des latitudes résul-		erreurs instrumentales qui	
tant de l'action luni-solaire.	454	affectent les observations de	
— Le phénomène Kimura et la		la Lune.....	343
réfraction annuelle des		— Réponse à cette note.....	343
étoiles.....	458	— La rotation de la Lune et la	
Léonides :		position de Mœsting A.....	445
Voir <i>Étoiles filantes</i> .		— Changements constatés dans la	
Loi de Bode :		Lune.....	449
— Sur la loi de Bode et les incli-		— Sur la structure et l'histoire de	
naisons des équateurs plané-		l'écorce lunaire; observations	
taires sur l'écliptique.....	42	suggérées par le 5 ^e et le 6 ^e fas-	

TABLE DES MATIÈRES.

493

Lune :	Pages.	Lune :	Pages.
— cule de l' <i>Atlas photographique de la Lune</i>	377	— Sur les valeurs discordantes du principal coefficient elliptique dans la longitude de la Lune.....	349
— Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire; observations suggérées par le 7 ^e fascicule de l' <i>Atlas photographique de la Lune</i>	405	— Sur les accélérations séculaires de la longitude et du nœud de la Lune.....	367
— Considérations suggérées par le 8 ^e fascicule de l' <i>Atlas photographique de la Lune</i> , notamment en ce qui concerne la marche de la solidification à l'intérieur des planètes....	5	— Occultations d'étoiles par la Lune.....	371
— Étude des photographies lunaires; considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète.	418	— Sur la théorie darwinienne de la genèse de la Lune et sur l'évolution par les marées...	374
— Carte lunaire de Langrenus...	31	— Note sur la théorie de la Lune de Pontécoulant.....	375
— Sur les photographies de la Lune.....	35	— Sur l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la Lune.....	379
— Atlas photographique de la Lune.....	38	— L'extension apparente de l'ombre terrestre au delà du bord de la Lune partiellement éclipsée.....	466
— Détermination des positions sélénographiques et mesure de photographies lunaires.....	270	— Détermination des irrégularités du limbe lunaire.....	466
— Éphémérides pour les observations physiques de la Lune... 111 et	367	— Positions de cratères lunaires, déterminées par mesures transversales.....	473
— Sur l'achèvement de la solution du problème principal dans la nouvelle théorie de la Lune.....	111	— Sur la visibilité du croissant lunaire après la nouvelle Lune.....	473
— Analyse de 145 termes dans la longitude de la Lune.....	112	Voir <i>Eclipses</i> .	
— Discussion des termes à longue période dans la longitude de la Lune.....	109	Lunette :	
— Sur les termes de longue période dans l'expression complète de la longitude de la Lune.....	118	— Lunette méridienne photographique pour déterminer les ascensions droites.....	422
— La longitude du périée de la Lune.....	118	Madagascar :	
— Les valeurs finales des coefficients dans la nouvelle théorie lunaire.....	119	— Travaux astronomiques et magnétiques à Madagascar.....	405
— Sur les coefficients de Hansen pour les inégalités de la longitude de la Lune.....	346	— Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive..... 411 et	422
		— Observations magnétiques à Tananarive.....	412
		Magnétisme :	
		— Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1 ^{er} janvier 1904.....	410

	Pages.		Pages.
Magnétisme :		Mécanique céleste :	
— Sur la valeur des éléments magnétiques (au Val Joyeux) au 1 ^{er} janvier 1905.....	418	— Intégrales du mouvement planétaire, utilisables pour une durée indéfinie.....	371
— Observations magnétiques à Tananarive.....	412	— Sur la méthode horistique de Gylden.....	411
— Perturbations produites par certaines taches solaires....	34	— Expressions analytiques des perturbations d'une orbite parabolique.....	475
— Recherche internationale en magnétisme terrestre.....	42	— Théorème relatif aux perturbations des comètes.....	476
— Les perturbations magnétiques enregistrées de 1882 à 1903 à l'Observatoire royal de Greenwich et leur association avec les taches solaires.....	108	<i>Voir Perturbations.</i>	
— La relation entre les protubérances solaires et le magnétisme terrestre.....	378	Mercure :	
— Sur la loi de distribution régulière de la force totale du magnétisme terrestre en France, au 1 ^{er} janvier 1896..	408	<i>Voir Planètes (Grosses).</i>	
— L'anomalie magnétique du bassin de Paris.....	408	Météores :	
— Action du magnétisme terrestre sur une tige d'acier invar destinée à un pendule géodésique.....	411	— Météores brillants vus à l'époque des Léonides en 1903.	38
— L'origine solaire des perturbations du magnétisme terrestre.....	460	— Observations de deux grands météores.....	68
Marées :		— Observations télescopiques d'une traînée de météore.....	111
— Sur la théorie darwinienne de la genèse de la Lune et sur l'évolution par les marées...	374	— Trajectoires réelles de météores observés en Angleterre, au mois de novembre 1903.....	200
— La théorie du frottement des marées.....	377	— Observations de météores brillants.....	456
Mars :		— Sur une méthode pour la détermination des orbites de météores.....	457
<i>Voir Planètes (Grosses).</i>		<i>Voir Bolides, Étoiles filantes.</i>	
Matière :		Météorologie.....	36
— Sur la nouvelle théorie de la matière.....	36	— Variations solaires et météorologiques à courte période...	378
Mécanique céleste :		— Étude sur le climat de Toulouse de 1863 à 1900.....	380
— Sur le développement des coordonnées dans le mouvement elliptique avec les notations de M. Poincaré.....	353	— La période des taches solaires et les variations des températures moyennes annuelles de la Terre.....	403
		— Sur le rôle de la force centrifuge composée dans la détermination du sens de rotation des cyclones et des tourbillons.....	412
		— Variation de la température quotidienne dans la haute atmosphère.....	419

TABLE DES MATIÈRES.

495

Météorologie :	Pages.	Nébuleuses :	Pages.
— Sur les variations simultanées des taches solaires et des températures terrestres.....	404	— La nébuleuse spirale II. I. 153	
— Sur la valeur des moyennes en Météorologie et sur la variabilité des températures en France.....	404	— Balcine.....	153
— Sur la prévision des variations barométriques.....	405	— Sur les mouvements constatés dans la nébulosité qui entoure la Nova de Persée....	197
— Ascensions de ballons-sondes exécutées au-dessus de la mer par le Prince de Monaco, au mois d'avril 1905.....	422	— Étoile variable dans la nébuleuse d'Orion.....	444 et 454
— La météorologie des éclipses totales du Soleil.....	423	— Nébuleuse isolée dans le Cygne.	113
— Les mouvements généraux de l'atmosphère en hiver.....	425	— Sur la variabilité des nébuleuses.....	34
		— Hypothèse nébulaire.....	34
		— Nébulosités sombres.....	113
		— La distribution des nébuleuses et leurs relations avec le système galactique.....	450
		— Sur une nébuleuse spirale....	468
Micromètre :		Nécrologie, Discours d'obseques) :	
— Sur le micromètre à enregistrement impersonnel de Repsold.....	201	— Abbe (Ernest).....	460
— Sur un nouveau système de micromètre.....	416	— Bossert.....	321
		— Brédichine (Th.).....	446
		— Callandreau (O.).....	107
		— Folie (J.).....	463
		— Henry (Paul).....	462
		— Ivo, baron Benko de Boinick..	103
		— Kortazzi (Ivan).....	104
		— Mac Clean (Frank).....	458
		— Rayet.....	273 et 278
		— Roberts (Isaac).....	448
		— Struve (Otto).....	468
		— Tacchini (P.).....	466
Moindres carrés (Méthode des) :		Neptune :	
— Application pour comparer la conformité probable à la nature de deux séries d'équations hypothétiques dérivées des mêmes observations....	69	— Voir <i>Planètes (Grosses)</i> .	
		Niveaux :	
Mouvement elliptique :		— Sur un dispositif pour l'étude des niveaux.....	364
— Sur le développement des coordonnées dans le mouvement elliptique avec les notations de M. Poincaré.....	353	— Sur les changements de courbure que subissent certains niveaux à bulle d'air sous l'influence des variations de température.....	415
		Nivellement :	
Mouvements propres.....	480	— Sur un nouvel appareil permettant de rendre horizontal l'axe optique d'une lunette..	401
— Sur la détermination des mouvements propres sans emploi de positions méridiennes....	148		

	Pages.		Pages.
Nova de Persée :		Observatoires :	
— Observations.....	201 et 202	— Besançon.....	
— Sur les mouvements constatés dans la nébulosité qui entoure la Nova de Persée.....	197	— Présentation du 15 ^e Bulletin chronométrique (1902-3) de l'Observatoire de Besançon..	413
Voir <i>Étoiles nouvelles</i> .		— Bordeaux. Annales de cet Observatoire.....	408 et 416
Nutation :		— Sur le premier volume du Catalogue photographique du ciel.	426
— Table de précession et de nutation différentielles pour 1905.	457	— Boston.....	79
Objectifs :		— Cambridge (Angl.).....	263
— Sur la correction sphérique des objectifs.....	345	— Cambridge (Mass.). Erreurs systématiques de quelques-unes des zones de Cambridge....	446
— Note sur une source d'erreur possible dans la mesure des positions d'étoiles, erreur due à un centrage défectueux de l'objectif.....	110	— Copenhague.....	463
Observations :		— Crowthorne-Berks.....	268
— Sur une ancienne observation astronomique rapportée dans le Livre de Josué.....	44	— Dunsink.....	266
— Sur les conditions qu'offrent les observations astronomiques à l'Observatoire du Pic du Midi.....	405	— Durban.....	367
— Recherches sur les différences systématiques des observations méridiennes faites à l'Observatoire Radcliffe (Oxford).	479	— Durham.....	266
— Observations photographiques.	405	— Edimbourg.....	265
Observations indirectes :		— Glasgow.....	266
— Détermination analytique de la règle pour combiner linéairement une série d'équations d'observations indirectes de telle sorte que les erreurs probables des quantités inconnues deviennent minima.	372	— Göttingue.....	467
— Théorie nouvelle des observations indirectes.....	375	— Greenwich.....	76, 112, 272, 344, 346, 349 et 352
Observatoires :		— Hong-Kong.....	268
— Alger.....	188, 333, 336 et 338	— Iéna.....	202
— Amherst... 69, 72, 371, 372 et	375	— Kalocsa.....	202
— Arcetri.....	46	— Kazan.....	453 et 473
— Athènes.....	201, 381 et 408	— Kodaikanal (Inde).....	268
— Bermerside, Halifax.....	267	— Liverpool.....	266
		— Lovedale.....	269
		— Lyon. 379, 406, 410, 415, 419, 426 et	446
		— Marseille... 63, 146, 152, 193, 236, 306, 310 et	440
		— Melbourne.....	268
		— Meudon.....	406
		— Présentation de l'Atlas de photographies solaires exécutées à l'Observatoire de Meudon.	410
		— Mizusawa.....	478
		— Nice.....	17, 24, 27, 29 et 190
		— Présentation de trois Volumes des <i>Annales de l'Observatoire</i>	418
		— Oxford.....	75, 113 et 266
		— Paris. Sur les récentes publications émanant de l'Observatoire.....	380
		— Pola.....	163 et 464

TABLE DES MATIÈRES.

497

Observatoire :	Pages.
— Radcliffe, à Oxford.....	266
— Rousdon.....	267
— Rugby.....	268
— Semmering. La question de l'érection d'un observatoire de montagne dans la région du Semmering.....	447
— South Kensington.....	266
— Starfield.....	267
— Stonyhurst (collège).....	267
— Sydney.....	45 et 268
— Toulouse.....	59
— Sur les quatre premiers fascicules du Catalogue photographique du ciel.....	415
— Tulse-Hill.....	267
— Washington.....	100
— Wolsingham.....	267
Occultations :	
— Occultation d'Aldébaran par la Lune.....	40
— Occultations d'étoiles par la Lune.....	68 et 371
— Occultation de α Taureau.....	102 et 446
— Occultation possible d'Iris par la Lune.....	103
— Observations d'occultations d'étoiles par la Lune faites pendant l'année 1904.....	119
— Observation d'une occultation d'étoile faite le 24 février 1904 à l'Observatoire de Toulouse.....	411
— Observations d'occultations à Utrecht.....	452
— Requête concernant les occultations inédites.....	458
— Occultations observées à Pontafel (Carinthie).....	465
— Occultations observées à Dusseldorf.....	467
— Occultations d'étoiles observées à Berlin, Iéna, Strasbourg..	471
— Sur les phénomènes qui ont lieu lors de l'occultation d'une étoile par une planète.....	98 et 470
— Sur l'absence d'une réfraction sensible dans les occulta-	

Occultations :	Pages.
— tions d'étoiles par les planètes.....	456
— Occultation de BD — 6 ^a , 6191 par Jupiter.....	98
Optique :	
— Distorsion optique.....	72
— La condition du sinus en optique.....	271
Orage :	
— Description d'un orage très localisé.....	406
Orbites :	
— Remarque sur la détermination des orbites circulaires.....	81
— Sur la détermination des orbites par la méthode de Laplace.....	161
— Sur la signification des éléments de Schœnfeld utilisés pour la correction des orbites.....	199
— Une simple méthode pour le calcul d'une orbite elliptique par trois observations.....	209
— Une propriété des orbites fermées correspondant à des forces centrales.....	384
— Sur la véritable valeur du grand axe d'une orbite cométaire lorsque l'astre est très éloigné du Soleil.....	411
— Sur une méthode pour la détermination des orbites de météores.....	457
— Expressions analytiques des perturbations d'une orbite parabolique.....	475
Parallaxes :	
— Éros et la parallaxe solaire...	42
— Note sur la parallaxe solaire..	72
— Déterminations de parallaxes stellaires d'après les photographies faites à l'Observatoire de Cambridge.....	350
— Les parallaxes de 21185 Lalande et λ Vierge d'après les photo-	

	Pages.		Pages.
Parallaxes :		Perturbations :	
graphies prises à l'Observatoire de Cambridge.....	351	— Perturbations que l'anneau des astéroïdes peut exercer sur les astéroïdes et les comètes.	477
Passages :		Perturbations magnétiques :	
— Enregistrement de passages par la méthode des coïncidences.	461	— Sur la perturbation magnétique du 31 octobre 1903.....	40
Pendule :		— Les perturbations magnétiques des 12 et 15 novembre 1905..	42
— Pendule en acier-nickel entre-tenu électriquement.....	417	— Les taches solaires et les perturbations magnétiques.....	36, 114 et 175
— Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques.	418	— Sur les perturbations magnétiques contemporaines de la grande tache solaire de janvier et février 1905; changement de la perturbation magnétique avec la saison, et remarques diverses.....	272
Pendules :		— Perturbations magnétiques enregistrées à l'Observatoire royal de Greenwich et leur association avec les taches solaires.....	343 et 346
— Étude de la marche d'une pendule de Riefler à anéroïde compensateur.....	445	— Note sur l'inégalité annuelle de la fréquence des perturbations magnétiques.....	349
— Pendule arrêtée à la suite d'un coup de foudre.....	448	Voir <i>Magnétisme, Mécanique céleste.</i>	
— Influence du gradient vertical de la température sur la marche des diverses pendules.....	450	Pesanteur :	
— Sur la compensation des marches d'une pendule..	458 et 474	— L'influence des déviations de la verticale sur les résultats des déterminations de la pesanteur.....	202
Perséides :		Photographie astronomique :	
Voir <i>Étoiles filantes.</i>		— Quelques réflexions suggérées par l'application de la Photographie à la recherche astronomique.....	43
Perturbations :		— Sur la détermination photographique de la latitude au moyen du collimateur zénithal suspendu.....	97
— Perturbations séculaires de la Terre résultant de l'action de Saturne.....	65	— Détermination photographique de la latitude au moyen d'une chambre zénithale suspendue.	98
— Perturbations séculaires de la Terre par l'action d'Uranus..	68	— Distorsion dans les images photo-	
— Perturbations indépendantes de l'excentricité.....	381 et 383		
— Perturbations qui ne dépendent que de l'élongation; perturbations séculaires.....	383		
— Perturbations séculaires d'importance secondaire.....	406		
— Les valeurs les plus probables de la vitesse de propagation des perturbations dans l'éther.	442		
— Expressions analytiques des perturbations d'une orbite parabolique.....	475		
— Théorème relatif aux perturbations des comètes.....	476		

	Pages.		Pages.
Photographie astronomique :		Planètes :	
tographiques obtenues avec		— Sur la rotation directe ou ré-	
l'objectif astrographique de		trograde des planètes.....	103
13 pouces de Greenwich....	346	— Méthode spectrale capable de	
— Sur la formule reliant les dia-		fournir la loi de rotation	
mètres des images photogra-		des planètes à faible éclat.	
phiques avec la grandeur		Premiers résultats.....	378
stellaire.....	350	— Sur l'absence d'une réfraction	
Photographie des couleurs :		sensible dans les occultations	
— Sur une nouvelle méthode d'ob-		d'étoiles par une planète....	456
tention de photographie en		— Photographies de planètes ob-	
couleurs.....	412	tenues avec le télescope Bruce.	473
Photométrie :		Planètes (Grosses) :	
— Sur l'intensité de l'éclairement		— Recherches sur les densités, les	
produit par le Soleil.....	409	pressions intérieures et les	
— Sur l'intensité lumineuse des		moments d'inertie des prin-	
étoiles et leur comparaison		cipaux corps du système pla-	
avec le Soleil.....	409	nétaire.....	459
— Sur les difficultés que comporte		— MERCURE :	
l'appréciation des grandeurs		— » Passages de Mercure en	
relevées sur des clichés d'ori-		1815 et 1835.....	38
gine différente.....	444	— » Note sur la masse de	
— Grandeurs photographiques et		cette planète.....	72
positions moyennes de 350		— VÉNUS :	
étoiles du groupe des Pléiades.	448	— » Note sur la masse de	
— Détermination photométrique		cette planète.....	72
des étoiles de la zone aus-		— » La rotation de Vénus...	416
trale 0°—10° jusqu'à la		— TERRE. Voir ce mot.	
6 ^e grandeur.....*	478	— MARS :	
Plan invariable :		— » Observations....	365 et 406
— Sur le degré de précision de la		— » Observations méridien-	
position du plan invariable		nes.....	190
du système planétaire.....	102	— » Le dédoublement des	
Planètes :		taches de Mars expliqué	
— Observations..	444, 445, 446,	par un effet de contraste..	100
450, 452, 453, 455, 457, 460,		— » La rotation de Mars....	416
461, 462, 463, 464, 466, 468,		— » L'image de Mars.....	464
470, 471, 472, 473, 474, 476,		— » Les canaux de Mars pho-	
477 et	478	tographiés.....	477
— Considérations sur la marche		— » Dessins de la planète	
de la solidification à l'inté-		Mars exécutés en 1903....	103
rieur des planètes.....	5	— » Les perturbations sécu-	
— La théorie platonicienne des		laires de Mars résultant de	
planètes.....	45	l'action de Saturne.....	369
— Sur les phénomènes qui ont		— » Les perturbations sécu-	
lieu lors de l'occultation		laires de Mars par Mercure.	372
d'une étoile par une planète.	98		

	Pages.		Pages.
Planètes (Grosses) :		Planètes (Grosses) :	
— JUPITER :		— <i>Satellites</i> :	
— » Les diamètres équatorial et polaire de Jupiter mesurés au cercle méridien de Greenwich de 1880 à 1901.....	347	— » Mesure des diamètres des satellites au moyen du micromètre à double image..	325
— » Rapport sur les observations de Jupiter pour 1903-1904.....	347	— » Observations en 1903...	370
— » Taches.....	37	— » Observations en 1904...	370
— » La tache rouge de Jupiter.....	456 et 476	— » Observations du 5 ^e satellite.....	373
— » Mouvement variable de la grande tache rouge....	39	— » Découverte d'un 6 ^e satellite.....	457
— » Réapparition de marques sur cette planète.....	39	— » Découverte et premières observations du 6 ^e satellite.	71 et 463
— » Éphéméride pour les observations physiques de Jupiter en 1905-1906.....	119	— » Éléments provisoires du 6 ^e satellite.....	272
— » Déterminations de longitudes sur Jupiter.....	114, 347 et 366	— » Éléments et éphémérides du 6 ^e satellite.....	479
— » Exemple soupçonné d'un changement soudain sur Jupiter.....	348	— » Le 7 ^e satellite.....	463
— » Sur une bande rectiligne de Jupiter, anormalement oblique à l'Équateur.....	383	— » Le 6 ^e et le 7 ^e satellite...	469
— » Étude photographique du spectre de la planète.....	413	— » Orbites du 6 ^e et du 7 ^e satellite.....	476
— » Occultation de l'étoile BD — 6 ^e , 6191 par Jupiter.	470	— SATURNE :	
— <i>Satellites</i> :		— » Observations de la tache brillante.....	405
— » Phénomènes des satellites.....	375	— » Ombres secondaires observées sur les anneaux de Saturne.....	419
— » Observations.....	450	— » Remarques concernant la variation d'éclat de cette planète.....	464
— » Visibilité à l'œil nu des satellites.....	35 et 451	— » Éphéméride pour les observations physiques de Saturne en 1905, 1906, 1907.	119
— » La question de la variabilité des satellites.....	470	— <i>Satellites</i> :	
— » Observations de l'éclat des satellites.....	470	— » Observations. 373, 375, 472 et	476
— » Sur la rotation des satellites.....	463 et 471	— » Le 9 ^e satellite.....	39
— » Éclat relatif des satellites.....	472	— » Observations de Phœbé.	72
— » Éclipse du satellite II par le satellite III.....	65	— » Note concernant Phœbé.	448
		— » Orbite approximative de Phœbé.....	451
		— » Position de Phœbé.....	477
		— » Découverte d'un 10 ^e satellite.....	467
		— URANUS :	
		— » Observations des satellites.....	472

TABLE DES MATIÈRES.

501

	Pages.		Pages.
Planètes (Grosses) :		Planètes (Petites) :	
— NEPTUNE :		planètes nouvelles calculées	
— » Observations méridien-		par le Rechen Institut.....	463
nes.....	191	— (1) <i>Cérès</i> . Variation d'éclat.	445
— <i>Satellites</i> :		— (2) <i>Pallas</i> . Observations...	376
— » Discussion des observa-		» Variation d'éclat.	445
tions du satellite de Nep-		— (3) <i>Junon</i> . Observations...	376
tune faites à Greenwich		— (4) <i>Vesta</i> . Observations mé-	
pendant les années 1901,		ridiennes.....	191
1903, 1904.....	344	— » Comparaison des	
— » Complément à la discus-		Tables de Vesta avec les ob-	
sion des observations du		servations méridiennes de	
satellite de Neptune.....	366	1890 à 1900.....	382
— » Observations du satellite		— (7) <i>Iris</i> . Éphéméride appro-	
de Neptune à l'opposition		chée.....	104
de 1904-1905.....	370	— » Variations d'éclat.	
— » Observations micromé-		105 et	445
triques des satellites.....	375	— (12) <i>Victoria</i> . Observations..	440
— » Observations des satel-		— (15) <i>Eunomia</i> . Variation	
lites.....	476	d'éclat.....	470
Planètes (Petites) :		— (16) <i>Psyché</i> . Observations...	193
— Observations. 68, 69, 71, 367,		— (17) <i>Thétis</i> . Observations...	
370, 372, 443, 448, 452 et	466	236, 337 et	440
— Numérotage... 99, 444, 460 et	463	— (18) <i>Melpomène</i> . Observa-	
— Note sur une petite planète pro-		tions.....	69
bablement nouvelle.....	65	— (19) <i>Fortuna</i> . Observations..	
— Nouvelles planètes de seconde		146 et	339
récolte.....	197	— (26) <i>Proserpine</i> . Observa-	
— Sur les perturbations mutuelles		tions.....	147 et 189
de deux petites planètes très		— (28) <i>Bellone</i> . Observations...	59
voisines.....	198	— (29) <i>Amphitrite</i> . Observa-	
— Projet de cartes célestes nou-		tions.....	193
velles destinées à faciliter		— (32) <i>Pomone</i> . Observations..	440
l'observation des petites pla-		— (37) <i>Fidès</i> . Observations....	
nètes.....	199	147 et	338
— Propriétés d'une certaine ano-		— (42) <i>Isis</i> . Observations.....	188
malie pouvant remplacer les		— (46) <i>Hestia</i> . Observations...	
anomalies déjà connues dans		147 et	339
le calcul des perturbations		— (47) <i>Aglaé</i> . Observations...	
des petites planètes.....	377	148 et	339
— Statistique des petites planètes.		— (53) <i>Calypso</i> . Observations..	148
Distribution des éléments en		— » Position photo-	
prenant comme argument la		graphique.....	66
distance aphélie, la longitude			
de l'aphélie. Comparaison des			
petites planètes et des co-			
mètes à courte période.....	402		
— Orbites d'un certain nombre de			

Planètes (Petites) :	Pages.	Planètes (Petites) :	Pages.
— (54) Position photographique.	66	— (156) <i>Xantippe</i> . Observations.	25
— (57) <i>Mnemosyne</i> . Observations.....	236	— » Éphéméride.....	475
— (58) <i>Concordia</i> . Éphéméride.		— (157) <i>Déjanire</i> . Éphéméride..	454 et 457
104 et 470		— (163) <i>Érigone</i> . Observations..	17
— » Observations....	148	— (164) <i>Éva</i> . Observations.....	29
— (65) <i>Cybèle</i> . Observations...	59 et 310	— (172) <i>Baucis</i> . Observations...	376
— (68) <i>Leto</i> . Observations.....	336	— (175) <i>Andromaque</i> . Observations.....	148
— (71) <i>Niobé</i> . Observations....	29	— (178) <i>Bélisana</i> . Observations.	441
— (72) <i>Feronia</i> . Position photographique.....	66	— » Éphéméride.....	453
— (78) <i>Diane</i> . Observations méridiennes.....	191	— (187) <i>Lamberta</i> . Observations.	60
— » Observations....	29, 236 et 237	— (192) <i>Nausikaa</i> . Observations.	60
— (79) <i>Eurynome</i> . Observations.....	237	— (198) <i>Ampella</i> . Observations.	17
— (82) <i>Alcmène</i> . Observations.	237	— (216) <i>Cléopâtre</i> . Observations.	149 et 152
— (84) <i>Clio</i> . Observations....	238	— (217) <i>Eudora</i> . Éphéméride...	446
— (85) <i>Io</i> . Position photographique.....	66	— (241) <i>Germania</i> . Observations.	71
— (92) <i>Undine</i> . Éphéméride....	460	— (249) <i>Ilse</i> . Observations.....	29
— (96) <i>Eglé</i> . Position photographique.....	66	— (250) <i>Bettina</i> . Observations..	17 et 60
— (106) <i>Dioné</i> . Observations....	17	— » Éphéméride.....	467
— (110) <i>Lydie</i> . Observations....	307, 310 et 337	— » Variations.....	471
— (115) <i>Thyra</i> . Éphéméride....	447	— (270) <i>Anahita</i> . Observations..	17 et 29
— (118) <i>Peitho</i> . Observations...	440	— (276) <i>Adèle</i> . Observations....	18
— (121) <i>Hermione</i> . Observations.	148, 152 et 340	— » Éphéméride.....	469
— (122) <i>Gerda</i> . Observations....	60 et 189	— (286) <i>Iclea</i> . Observations....	18
— (125) <i>Liberatrix</i> . Position photographique.....	66	— (289) <i>Nenetta</i> . Observations..	29
— (135) <i>Hertha</i> . Éphéméride...	106	— (308) <i>Polyxo</i> . Éphéméride....	309
— » Variation d'éclat.	106	— (311) <i>Claudia</i> . Éphéméride...	467
— (146) <i>Lucine</i> . Observations...	311	— (319) <i>Leona</i> . Observations....	451
— » Éphéméride.....	192	— (334) <i>Chicago</i> . Observations..	18 et 60
— (154) <i>Bertha</i> . Observations...	307	— (335) <i>Roberta</i> . Observations..	236
		— (345) <i>Tercidina</i> . Observations.....	18 et 149
		— (353) <i>Carola</i> . Position photographique.....	66

TABLE DES MATIÈRES.

503

Planètes (Petites) :	Pages.	Planètes (Petites) :	Pages.
— (356) <i>Liguria</i> . Observations..	239	— (470) <i>Kilia</i> . Éléments	472
— (359) <i>Georgia</i> . Éphéméride...	450	— » Nouveaux élé- ments	101
— (366) <i>Vincentina</i> . Rapproche- ment avec (386) <i>Siegena</i>	100	— » Observations....	25
— (369) <i>Aëria</i> . Observations....	30	— (471) Observations.....	19 et 60
— (371) <i>Bohemia</i> . Observations.	18	— (475) <i>Ocello</i> . Éphéméride....	464
— (372) <i>Palma</i> . Observations...	194 et 336	— (478) <i>Tergeste</i> . Éléments et éphéméride.....	470
— (382) <i>Dodona</i> . Observations..	18	— (487) <i>Venetia</i> . Observations..	19 et 30
— (383) <i>Janina</i> . Observations...	18	— » Éphéméride	99
— (386) <i>Siegena</i> . Observations..	18 et 339	— (488) <i>Creusa</i> . Éphéméride....	449
— » Rapprochement avec (366) <i>Vincentina</i> ,....	100	— (491) <i>Carina</i> . Éléments et éphéméride.....	98
— (387) <i>Aquitania</i> . Observations.	69	— (494) <i>Virtus</i> . Observations....	30
— (411) Positions photographi- ques	66	— (498) <i>Tokio</i> . Éphéméride	467
— (421) <i>Zæhringia</i> . Éphéméride.	449	— (502) Orbite.....	466
— (423) <i>Diotinia</i> . Observations..	71	— » Éphéméride d'op- position.....	201
— (427) Éphéméride	462	— (503) <i>Evelyne</i> . Éléments et éphéméride.....	443
— (433) <i>Eros</i> . Observations....	149	— (504) <i>Cora</i> . Éphéméride.....	102
— » Sur la réduction des observations d'étoiles de repère pour Éros	443	— (505) <i>Cava</i> . Orbite.....	449
— » Éphéméride	474	— » Éphéméride	106
— » Photographies...	33	— (511) <i>David</i> . Observations...	25, 194, 239 et 340
— » Éros et la paral- laxe solaire	42	— » Éphéméride	447
— » Sur l'opposition d'Éros qui aura lieu en 1905.	98	— (516) Éphéméride	453
— (434) <i>Hungaria</i> . Éphéméride.	436	— (520) Éléments.....	448
— (442) <i>Eichsfeldia</i> . Orbite....	448	— (521) Observations.....	30
— (444) <i>Gyptis</i> . Observations...	16, 152 et 238	— » Éléments.....	446
— (446) <i>Æternitas</i> . Observa- tions.....	237	— (522) <i>Helga</i> . Éléments et éphé- méride.....	460
— (455) <i>Bruchsalia</i> . Observa- tions.....	25 et 239	— (532) <i>Herculina</i> . Observations.	25, 149 et 152
— (467) Éphéméride	451	— (535) Éléments.....	453
		— (536) Éléments et éphéméride.	447 et 471
		— (537) Éléments et éphéméride.	448
		— (555) Éléments.....	478

	Pages.		Pages.
Planètes (Petites) :		Précession :	
— 1898 DW.....	197	— Calcul abrégé de la variation séculaire de la précession...	449
— 1903 NE.....	105	— Note sur la période de la pré- cession des équinoxes.....	449
— 1903 NF.....	105	— Tables.....	457
— 1904 NB.....	107	Prix :	
— 1904 NC.....	103	— Prix proposés par l'Académie des Sciences.....	49
— Éléments provisoires.....	66	— Prix décernés par l'Académie des Sciences. 382, 409, 417 et	427
— 1905 PS. Observations.....	239	— Prix proposés par la Société astronomique (Astr. Gesell- schaft).....	453
— 1906 TZ. Observations. 307 et	311	Problème des n corps :	
— Planète MA. Observations....	409	— Sur les solutions périodiques voisines des positions d'équi- libre relatif dans le prob- lème des n corps.....	429
— Planète YR. Observations....	427	Problème des trois corps :	
Pleine mer :		— Sur les trajectoires singulières du problème restreint des trois corps.....	377
— Calcul de l'heure et de la hau- teur de la pleine mer au moyen des constantes harmo- niques.....	402	— Condition du choc dans le pro- blème restreint.....	383
Pluie :		— Sur un cas asymptotique du problème des trois corps....	469
— Chute de pluie et éclairciment solaire en 1903.....	42	Radiants :	
Points :		— Radiants observés à Athènes.. 201 et	475
— La position la plus probable d'un point déterminé par les intersections de trois lignes droites.....	366	— Valeur des radiants météoriques fondés sur trois trajectoires.	344
— Note concernant la distribution des points sur une sphère avec remarques sur la déter- mination de l'apex.....	343	— Sur la validité des radiants de météores déduits de trois tra- jectoires.....	117
— Sur le degré de précision du point déterminé par deux droites de hauteur.....	467	— Sur la détermination du ra- diant d'un essaim d'étoiles filantes, avec application aux Biélides.....	461
Points radiants :		Rayonnement solaire :	
— Points radiants des essais se- condaires visibles à l'époque des Lyrides du 15 au 25 avril.	38	— Sur la diminution de l'inten- sité du rayonnement solaire.	384
— Sur quelques particularités de la théorie des étoiles filantes : existence de points radiants stationnaires par 45° de lati- tude.....	379	Réflecteur :	
Pôles terrestres :		— Une modification du réflecteur newtonien.....	446
— Sur la période de 6 ans qui se manifeste dans le mouvement du pôle pendant l'intervalle 1891-1902.....	105	— Essais d'un nouveau réflecteur de 24 pouces.....	470

TABLE DES MATIÈRES.

505

	Pages.
Réfraction :	
— Influence de la réfraction sur la distance de deux étoiles..	107
— Travaux concernant les réfractations astronomiques.....	243
— Forme nouvelle des Tables de réfraction.....	471
— Formules et Tables pour le calcul de la réfraction en angle de position et en distance...	472
— Influence de la vapeur d'eau sur les réfractations....	250, 349 et 479
— Nouvelle méthode pour la détermination directe de la réfraction à toutes les hauteurs.	424
— Nouvelles Tables de réfraction.	455 et 479
— Sur l'absence d'une réfraction sensible dans les occultations d'étoiles par les planètes....	456
— La réfraction annuelle.....	465, 467, 472 et 474
— Sur la réfraction cosmique....	472
Satellites :	
<i>Voir après chaque Grosse Planète.</i>	
Saturne :	
<i>Voir Planètes (Grosses).</i>	
Sélénographie :	
<i>Voir Lune.</i>	
Séries :	
— Développement des fonctions en séries de puissances d'après des valeurs spéciales...	68
Sidérostat :	
— Note sur le sidérostat.....	271
Sismologie :	
— Sur la théorie des appareils sismiques.....	286
— Sur l'emploi d'un fil télégraphique pour l'inscription des tremblements de terre et la mesure de leur vitesse de propagation.....	377

	Pages.
Sismologie :	
— Sur les séismes ressentis en Portugal en 1903.....	410
— Sur les tremblements de terre du 13 juillet 1904 dans les Pyrénées centrales.....	414
— Mesure de la vitesse de propagation des tremblements de terre.	416
— Sur l'inscription des mouvements sismiques.....	416
— Système de garde-temps pour pays où les tremblements de terre sont fréquents.....	454
Sinus :	
— La condition du sinus en optique.....	271
Soleil :	
— Organisation générale des recherches solaires; enregistrement continu des éléments variables du Soleil.....	415
— Observations... 379, 383, 406, 410, 415, 419 et	426
— Étude des conditions pour les observations solaires au mont Wilson.....	77
— Remarques sur l'état actuel des recherches solaires et sur les moyens de les améliorer....	425
— Sur la création d'une association internationale pour les études solaires.....	425
— La granulation de la surface solaire n'est qu'une illusion d'optique.....	104
— La période de la rotation solaire d'après les mesures de taches faites à Greenwich de 1879 à 1901.....	352
— Sur l'intensité de l'éclairement produit par le Soleil..	409
— Sur la variation de l'intensité de la radiation solaire.....	477
— Sur l'intensité lumineuse des étoiles et leur comparaison avec le Soleil.....	409
— Sur la parallaxe du Soleil....	412
— Les valeurs les plus probables de la parallaxe du Soleil....	460

	Pages.
Soleil :	
— Sur la température du Soleil..	467
— Une méthode pour déterminer la direction du mouvement du Soleil dans l'espace.....	66
— Détermination de la constante et de la direction du mouvement solaire.....	269
— Les relations entre les protubérances solaires et le magnétisme terrestre.....	378
— Chute de pluie et éclaircissement solaire en 1903.....	42
— Variations solaires et météorologiques à courte période...	378
— Sur une mesure de la hauteur de la couche renversante obtenue à l'aide de la grande lunette de l'Observatoire du mont Blanc.....	419
— Sur la photographie des diverses couches superposées qui composent l'atmosphère du Soleil.	412
— Sur la photographie de la couronne solaire au sommet du mont Blanc.....	421
— Étude de l'atmosphère solaire autour des taches.....	425
— Spectres ultra-violet de la couche renversante pendant l'éclipse totale du 28 mai 1900.	425
— Preuves de l'existence dans le système solaire de courants de matières sortis du Soleil.	478
Taches :	
— Observations.. 37, 67, 69, 70, 72, 371, 372, 373 et	375
— Les taches solaires et les perturbations magnétiques.....	36, 114 et 115
— Résultats d'observations suivies des taches solaires.....	478
— Aires moyennes et latitudes héliographiques des taches solaires dans l'année 1903, déduites des photographies prises à l'Observatoire royal, à Dehra-Dùn (Inde), et à l'île Maurice.....	112

	Pages.
Soleil :	
Taches :	
— Taches solaires en 1905. Note sur leur distribution en longitude (faits et conséquences).	393
— Sur la grande tache solaire du 29 janvier au 11 février 1905.	272 et 420
— Le dernier minimum des taches du Soleil et remarques au sujet de la loi des zones....	408
— Sur la constitution des taches.	420
— Sur un foyer de taches solaires.	434
— Sur les relations entre les minima et les maxima d'une tache solaire.....	413
— La période des taches solaires et les variations des températures moyennes annuelles de la Terre.....	403
— Sur les variations simultanées des taches solaires et des températures terrestres.....	404
— Sur la température des taches solaires et le spectre d'une tache artificielle.....	116
— Spectre des taches.....	37
— Observations de spectres et de taches solaires, régions C à D.	115
— Observations spectroscopiques de la grande tache solaire récente et des protubérances associées.....	272
Voir <i>Éclipses, Magnétisme, Parallaxes.</i>	
Sociétés astronomiques :	
— Réunion de la Société astronomique à Lund.....	450
Spectrographie :	
— Sur le plan général des spectrographes à joindre aux équatoriaux de grande ouverture, considérés principalement au point de vue des disques d'ondulation.....	345
— Description du spectrographe à quatre prismes attaché au ré-	

TABLE DES MATIÈRES.

507

Spectrographe :	Pages.
fracteur visuel de 25 pouces de l'Observatoire de Cambridge.	345
— Organisation à l'Observatoire de Meudon des spectrographes automatiques dits <i>des vitesses</i> qui enregistrent les mouvements radiaux et l'épaisseur de la chromosphère solaire.....	379
Spectrohéliographie :	
— Le spectrohéliographe Rumford de l'Observatoire Yerkes	37
— Le spectrohéliographe de l'Observatoire de Physique solaire.....	270
Spectrophotométrie :	
— Sur la spectrophotométrie photographique.....	406
Spectroscopie :	
— Lignes renforcées du titaniu <i>m</i> , du fer et du chrome dans le spectre de Fraunhofer.....	367
— Le spectre de l'arc du scandium et sa relation avec les spectres célestes.....	368
— Caractères principaux des spectres de lignes et de bandes. Considérations sur les origines de ces deux spectres..	409
— Loi générale de distribution des raies dans les spectres des bandes. Vérification précise avec le deuxième groupe de bandes de l'azote.....	410
— Sur la fixité des raies solaires.	412
— Sur la photographie des diverses couches superposées qui composent l'atmosphère du Soleil.....	412
— Étude du troisième groupe de bandes de l'air avec une forte dispersion.....	416
— Groupe de bandes négatif de l'air avec une forte dispersion. Variation du spectre avec la pression.....	417
— Sur l'application au spectre so-	

Spectroscopie :	Pages.
laire des méthodes de spectroscopie interférentielle....	421
— Étoiles à spectres remarquables notées par M ^{me} Fleming.....	443
— La ligne stellaire voisine de λ 4686	368
— Note sur le spectre de μ Centaure.....	368
— Observations spectrographiques faites avec le réfracteur de Bonn.....	452
— Étoiles à spectres remarquables.	460
— Inversion de la ligne D ₃	467
— Spectres d'étoiles variables ...	473
Stéréoscope :	
— De l'emploi du stéréoscope en Topographie et en Astronomie.....	382
Tables :	
— Tables mathématiques et astronomiques à 5 décimales....	78
— Tables pour le calcul des intégrales elliptiques complètes de première et seconde espèce.....	199
— Tables d'intégrales indéfinies..	401
— Sur l'exactitude des Tables de Steinhäuser	453
Télégraphie sans fil :	
— Sur la distribution de l'heure à distance au moyen de la télégraphie électrique sans fil...	413
— Distribution et contrôle d'actions produites à distance par les ondes électriques.....	421
— Sur la possibilité d'user de la télégraphie sans fil pour la détermination des longitudes..	454
Terre :	
— Note sur la masse de la Terre..	72
— Forme de la Terre.....	74
— Les perturbations séculaires de la Terre.....	370
— Sur l'impossibilité physique de mettre en évidence le mouvement de translation de la Terre	422

	Pages.		Pages.
Topographie :		moyenne du vent dans la ver-	
— De l'emploi du stéréoscope en		ticale	383
Topographie.....	382	Vénus :	
Tourillon :		Voir <i>Planètes (Grosses)</i> .	
— Sur une méthode très sensible		Vésuve :	
pour déterminer les irrégula-		— Sur une récente ascension au	
rités d'un tourillon.....	110	Vésuve.....	418
Tremblements de terre :		Vitesses radiales .	
Voir <i>Sismologie</i> .		— Recherches sur les vitesses ra-	
Uranus :		diales de β Cocher.....	100
Voir <i>Planètes (Grosses)</i> .		— Résultats principaux obtenus	
Vapeur d'eau :		en 1902 sur les vitesses ra-	
— Son influence sur la réfraction.		diales des étoiles; causes d'er-	
250, 258, 349 et	479	reur spéciales à ces recher-	
Vent :		ches	3,8
— Sur la variation de la vitesse		— Variations de la vitesse radiale	
		de l'étoile δ Orion.....	448



TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS.

MM.

A

ABBE (Ernest). Notice nécrologique, 460.
 ABETTI. 446, 456, 460, 463, 464, 468, 473, 474, 477. — Observations de planètes, 46.
 ADAMS (J.-C.). 111.
 ADAMS (W.-S.). 78.
 AIRY. 112.
 AITKEN. 73, 341, 457.
 ALBRECHT (Th.). 197, 198, 203, 206, 454, 459, 470.
 AMANN (Dom A.). 383, 406, 419.
 AMBRONN. 462.
 ANDERSON (Th.). 101, 197, 443, 460, 463, 469, 475.
 ANDING. 199, 474.
 ANDOYER. 379, 380, 409, 427. — Sur l'équilibre relatif de n corps, 50. — Sur les solutions périodiques voisines de position d'équilibre relatif dans le problème des n corps, 129.
 ANDRÉ (Ch.). 406, 424, 427.
 ANGOT (Alfred). 404, 413.
 ANTONIADI. 100, 200.
 ANTONIAZZI. 462, 471, 474.
 ARSONVAL (D'). 381.
 AUWERS. 65, 104, 113, 202, 471.
 AVERY (A.-H.). 373.

B

BACKHOUSE. 35, 341.
 BACKLUND (O.). 102, 117, 446.
 BAILLAUD (B.). 379, 380, 405.
 BAKER (R.-H.). 67, 69, 72, 371, 372, 375.

MM.

BAKHUYZEN (H.-G. van de Sande). 197, 198, 203, 206, 207.
 BALDIT (Albert). 426.
 BALFOUR (J.-A.). 35.
 BALL (L. DE). 107, 349, 455, 471, 472, 479.
 BALL (Sir R.-S.). 265.
 BANACHIEWICZ. 452, 471.
 BARACCHI (P.). 268.
 BARNARD (E.-E.). 68, 70, 72, 369, 373, 375, 376.
 BASSOT. 418.
 BATTERMANN. 474.
 BAUER. 42.
 BAUSCHINGER (J.). 99, 243, 314, 444, 460, 463.
 BAXENDALL (F.-E.). 367, 368.
 BECKER. 266, 446, 462.
 B LIAWSKY 444, 464.
 BELLAMY (F. A.). 76, 113.
 BELOPOLSKY. 100.
 BELOT (E.). 426.
 BERBERICH. 106, 197, 201, 448, 449, 450, 451, 454, 457, 462, 467.
 BERGET (A.). 407, 425.
 BERGSTRAND (O.). 462.
 BESSEL. 79.
 BIANCHI. 99, 197, 444, 455.
 BIDSCHOF. 78.
 BIESBROECK. 458, 477.
 BIGELOW (Harriet-W.). 65.
 BIGOURDAN (G.). 116, 381, 382, 406, 413, 415, 420, 423, 427.
 BIJL (E.). 448.
 BILT (VAN DER). 445, 450, 452, 455, 462, 476, 477.

MM.

- BIRCK (Otto). 467.
 BISKE (F.). 445, 470.
 BOCCARDI. 449, 453, 456.
 BOEGEHOLD. 446.
 BOHLIN. 203, 461.
 BOQUET (F.). Sur la précision des observations au chronographe imprimant (2^e Note), 86. — Sur l'emploi du chronographe imprimant, 433.
 BORDÉ (Paul). 423.
 BORRELLY (A.). 382, 406, 409, 423. — Observations de planètes et de comètes, 146, 306, 310, 440.
 BÖRSCH. 74, 75.
 BOSLER (J.). Mesure des diamètres des satellites de Jupiter au moyen d'un micromètre à double image, 325.
 BOSS (L.). 72.
 BOSSERT. 41. — Discours prononcé par M. Lœwy à ses obsèques, 321.
 BOUQUET DE LA GRYE. 412.
 BOURGET (H.). 405, 427. — Remarque sur la détermination des orbites circulaires, 81.
 BRANLY (Edmond). 421.
 BRÉDIKINE (Th.). Notice nécrologique, 446.
 BRILLOUIN (M.). 423.
 BRODIE (F.-J.). 36.
 BROOKS (W.-R.). 201.
 BROWN (V.-W.). 111, 119, 346.
 BRUCE (R.-E.). 70.
 BRUCK (Paul). 406. — Rotations simultanées des deux cercles d'une méridienne, remarques diverses, 91. — Sur l'équation décimale dans les observations méridiennes de passage enregistrées au chronographe, 361. — Sur un dispositif pour l'étude des niveaux, 364.
 BRUNHES (Bernard). 412, 426.
 BRUNS. 74, 75.
 BRYANT (W.-W.). 45.
 BUCHHOLZ. 102.
 BURNHAM (S.-W.). 101, 417.
 BYRD (Mary-E.). 370.

C

- CALLANDREAU (O.). 44, 377, 379, 381. — Notice nécrologique, 107.

MM.

- CAMICHEL (C.). 406.
 CAMPBELL (W.). 40, 116, 409, 416.
 CAMPOS RODRIGUES. 197, 417, 443.
 CARNERA (Luigi). 208.
 CARRIGAN (W.-T.). 66.
 CELONIA. 114.
 CÉRASKI. 104, 106, 200, 203, 443, 445, 446, 449, 451, 452, 457, 463, 466, 470, 474, 477.
 CERULLI. 464.
 CHACORNAC. 42.
 CHAMBERS (G.-F.). 35.
 CHANDLER (S.). 64, 65, 66, 106, 197, 206, 458.
 CHAPMAN (H.-V.). 117.
 CHARLOIS. Observations de planètes, 17.
 CHATELU (J.). Sur la précision des observations au chronographe imprimant, 86. — Sur l'emploi du chronographe imprimant, 433.
 CHAUDOT (A.). 417.
 CHAUVEAU (A.-B.). 414.
 CHESTER (Amiral C.-M.). 65.
 CHEVALIER (le P. S.). Sur la cause du trouble des images solaires au foyer d'un réfracteur par suite d'une exposition prolongée au Soleil, 86. — Hélioscope polariseur, 359. — Taches solaires en 1905. Note sur leur distribution en longitude (faits et conséquences), 393.
 CHOFARDET. 382, 406, 409, 413, 423, 461.
 CROFFAT (Paul). 410.
 CIRERA (P.). 427.
 CLAIRAUT. 74.
 CLÉMENS (H.). 105, 200.
 CLERKE (Miss Agnès-M.). 39, 41.
 CLEVELAND ABBE. 445.
 COGGIA. Observations de planètes et de comètes, 63, 193.
 COGSHALL. 471.
 COHN (F.). 443, 444.
 COLIN (le P.). 405, 411, 412, 422.
 COLLET (J.). 380.
 COMAS SOLA, 427, 453.
 COMSTOCK. 67, 69, 70.
 CONIEL (J.). 448, 457.
 CONRADY (A.-E.). 271, 345.
 COOKE (W.-E.). 336.

MM.

COPELAND (Dr). 265.
 CORTIE (Rév. L.). 34, 115
 COURTY. 423.
 COURVOISIER. 196, 207, 243, 458, 461,
 467, 474.
 COWELL (P.-H.). 33, 109, 112, 118, 343,
 349, 367.
 CRAWFORD. 466.
 CRÉMIEU (V.). 426.
 CROMMELIN (C.-D.). 34, 35, 111, 119, 272,
 367, 451.
 CROSSLEY (Edward). 267.
 CURTIS. 201.

D

DANIEL (Zacchæus). 64, 65, 66.
 DARQUIER (Antoine). 44.
 DARWIN (Sir G. -H.). 374, 377.
 DAVIS (H. S.). 449.
 DELAUNAY. 111, 112.
 DENNING (W.-F.). 31, 37, 38, 39, 45,
 99, 103, 113, 200, 344, 345, 348, 366,
 456, 458.
 DESLANDRES (H.). 377, 379, 382, 407,
 409, 410, 412, 414, 415, 417, 421, 425,
 427, 448.
 DINES (W.-H.). 36.
 DINWIDDIE (W.-W.). 71, 197, 370.
 DITISHEIM (Paul). 406.
 DOBERCK. 105, 268, 450, 454, 478.
 DONITCH. Observations de l'éclipse an-
 nulaire du Soleil du 16-17 mars 1904
 à Phnom-Penh (Cambodge). 385. —
 Observations de l'éclipse totale du
 Soleil du 29-30 août 1905, 391.
 DOOLITTLE (E.). 65, 66, 68, 71, 369, 370,
 372.
 DOWNING (A.-M.-W.). 344, 347, 478.
 DRIENCOURT. 420.
 DUBIAGO. 452, 453, 473.
 DUFOUR (H.). 384.
 DUGAN (R.-S.). 448, 452.
 DUNER. 98, 456, 460.
 DYSON (W.). 32, 33, 43, 76, 116, 269,
 344, 366.

E

EASTON. 450.
 EBELL. 102, 107, 201, 457, 463, 466,
 475.

MM.

EBERHARD. 39, 202.
 EBERT (W.). 100, 422, 423, 449. —
 Simple méthode pour le calcul d'une
 orbite elliptique par trois observa-
 tions. 209.
 EDNEY (D.-J.-R.). 344, 366.
 EGGERT. 73, 74.
 EGINITIS. 201, 381, 408, 427, 475.
 EGNELL (Axel). 383.
 ELLERMANN (F.). 34, 37.
 ELLIS (W.). 34, 272, 343, 349.
 EPSTEIN. 104, 454, 478.
 ERNST. 467, 474.
 ESCH. 202.
 ESCLANGON. 381, 404, 423.
 ESMIOL. 406, 423. — Observations de
 planètes et de comètes, 236.
 ESPIN (Rév. T.-E.). 267, 348.
 EULER. 111.
 EVANS. 200.
 EVERSLED. 35, 36, 37.

F

FABRY (Ch.). 409, 421.
 FABRY (L.). 382, 410, 427. — Éphéméride
 de la planète (146) Lucine, 192. —
 Éphéméride de la planète (308) Po-
 lyxo, 309.
 FAVARO (Professeur A.). 44.
 FAYET (G.). 201, 382, 406, 418, 423, 427,
 457.
 FÉRY (Ch.). 48.
 FOLIE (F.-J.). Notice nécrologique. 463.
 FONVIELLE (W. DE). 384, 423.
 FOREL (F.-A.). 411, 421.
 FORSTER (G.). 203, 204, 205.
 FOURNIER (G.). 417.
 FOURNIER (W.). 417.
 FOWLER (A.). 35, 37, 40, 115, 272.
 FRANKS (W.-S.). 44, 113, 117, 268, 270.
 FRANZ. 33.
 FREDERICK. 472.
 FREDERICKSON (Matt.). 371.
 FRIC. 452.
 FROST (E.-B.). 477.
 FURNESS (Caroline-E.). 71.

MM.

G

GABBA. 446, 452, 470.
 GAILLOT. 382.
 GARRIGOU-LAGRANGE (Paul). 425.
 GAUTIER (R.). 423, 466.
 GIACOBINI. 418, 423, 427, 457, 465, 466.
 Observations de comètes et de planètes, 24.
 GILL (Sir David). 36, 264.
 GLAISHER (James). 36.
 GORE (J.-E.). 40, 41, 114, 118.
 GORI. 450.
 GÖTZ (P.). 448, 452, 478.
 GRAFF (K.). 102, 104, 201, 447, 452, 454, 457, 475, 477.
 GROSSMANN. 243.
 GROVE (C.). 267.
 GUILBERT (Gabriel). 405.
 GUILLAUME (Ch.-Ed.). 383, 407, 411.
 GUILLAUME (J.). 379, 406, 408, 410, 413, 415, 419, 423, 426, 445, 464.
 GUSSEW. 270.
 GUTHNICK. 463, 471.
 GUYOU (E.). 422.

H

HACKENBERG. 469.
 HAGEN (le P. J.-G.). 32, 97, 101, 201, 466.
 HALE (G.). 34, 37, 77, 78, 116.
 HALL (Asaph). 72, 373, 375.
 HAMMOND (J.-C.). 66, 68, 370, 371, 372, 375, 472, 474.
 HAMY (M.). 110, 402, 412.
 HANSEN. 111, 112, 119, 346.
 HANSKY (A.). 417, 419, 421.
 HARDCASTLE. 35, 75.
 HARKNESS. 72.
 HARTWIG (E.). 101, 106, 197, 203, 382, 448, 452, 456, 457, 466.
 HARZER. 207, 462, 472, 475.
 HAYN (Friedrich). 445, 446, 466.
 HECKER. 75.
 HELMERT. 74, 75.
 HENRY (Paul). Notice nécrologique, 462.
 HERGESELL (H.). 422.
 HERKLESS (M.). 35.
 HERSCHEL (W.). 32.

MM.

HERZ (N.). 101, 202.
 HESSEN (Curt). 208.
 HILL (G.-W.). 68, 100, 111, 112, 371, 372, 373, 377.
 HILLEBRAND (C.). 100.
 HIND. 42.
 HINKS (A.-R.). 42, 43, 76, 348, 350.
 HIRAYAMA. 105.
 HOLETSCHEK. 102, 445, 455, 462, 464.
 HOLLIS (H.-P.). 44, 116.
 HOLMES. 34.
 HORN (G.). 446.
 HORNER. 31.
 HOUGH (G.-W.). 106, 114, 347.
 HUGGINS (Sir W.). 267.
 HUSKEY. 77.

I

INNES (R.-T.). 367.
 IVANOWSKI. 453.
 IVO (Baron BENKO DE BOINICK). Notice nécrologique, 103.

J

JAEGERMANN. 101, 453, 472.
 JANSSEN (J.). 410, 418, 425, 427.
 JAUBERT. 427.
 JAVELLE. 456. — Observations de comètes, 27.
 JEHL (Dom). 427.
 JEVDOKIMOV. 459.
 JOLY (G.-J.). 266.
 JOST (E.). 105.
 JOHNSON (Rév. S.-J.). 38, 40, 272.

K

KAMINSKY. 448, 452.
 KANNAPELL. 406, 416.
 KAPTEYN (J.-C.). 67, 69, 70, 97, 207, 351, 427, 480.
 KAVAN. 455.
 KAYSER. 35.
 KEMPF. 464.
 KIMURA (H.). 105, 197, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 454, 478.
 KING (T.-I.). 68, 370.
 KNAPP. 468, 470.
 KNOPF. 447, 452, 460, 470.

MM.

KOPFF. 450.
 KOPPEN. 404.
 KOBOLD. 343, 447.
 KORTAZZI (Ivan.). Notice nécrologique, 104.
 KOSS. 103, 446, 453, 455, 457, 461, 477.
 KOSTERSITZ. 447.
 KOSTINSKY. 457.
 KREBS. 465.
 KREUSLER. 467.
 KREUTZ. 99.
 KRÜGER. (F.). 443, 459.
 KÜSTNER (F.). 97, 197, 452, 457, 458.

L

LA BAUME PLUVINEL (A. DE). 382, 384.
 LAGRULA. 464.
 LAISANT. 384.
 LAMB (Horace). 36.
 LANSON (E.-A.). 71, 72, 73, 374, 376, 447, 466.
 LANCELIN. 116.
 LANDERER. 427.
 LANGEVIN (P.). 422.
 LANGLEY. 77, 78.
 LAPORTE. 412.
 LAPPARENT (DE). 407.
 LASSEN (Th.). 98, 460.
 LAU (H.-E.). La variable δ Céphée, 20.
 — Sur la variabilité de 68 α Hercule, 88.
 — Sur le spectre des étoiles nouvelles, 297.
 — La variable ζ Gémeaux, 303.
 — Sur la dispersion atmosphérique, 323.
 LAUSNEDAT (A.). 382.
 LEBEUF. 381.
 LE CADET. 402, 406.
 LEDERER (J.). 447.
 LEHMANN-FILHÈS. 444.
 LENEHAN. 268.
 LE PAIGE. 463.
 LEVEAU. 379.
 LEVI-CIVITA (T.). 382, 383, 446.
 LEWIS (T.). 32, 41.
 LIBERT. 415, 417, 427.
 LIEBMANN. 443.
 LINDEMANN. 107, 196.
 LING. 455.
 LIPPmann (G.). 381, 382, 401, 411, 416.

MM.

LISLE STEWART (DE). 371.
 LISTING (J.-B.). 74.
 LOCKYER (Norman). 36, 37, 266, 378.
 LOCKYER (W.-J.-S.). 270, 367, 368, 378,
 LÉWY. 42, 43, 107, 116, 196, 377, 380,
 405, 408, 409, 410, 413, 415, 416, 417,
 418, 424, 426, 427. — Considérations
 suggérées par le 8^e fascicule de l'*Atlas
 photographique de la Lune*, notamment
 en ce qui concerne la marche
 de la solidification à l'intérieur des
 planètes, 5. — Discours prononcé aux
 obsèques de M. Bossert, 321.
 LOHSE (O.). 445.
 LOWELL (Percival). 416, 477.
 LUCAS (R.). 467.
 LUDENDORFF. 39, 40, 101, 111, 202, 451,
 464.
 LUZET. 445, 446, 472, 474.
 LUMMER. 36.
 LUMIÈRE (Auguste). 412.
 LUMIÈRE (Louis). 412.
 LUTHER (W.). 64, 104, 197, 423, 451,
 452, 463, 467, 470.
 LYNN (W.-T.). 35, 41, 42, 44, 45.

M

MAC CLEAN (Frank). 33, 45. — Notice
 nécrologique, 458.
 MADDRILL. 466.
 MAILHAT (R.). 406, 427.
 MAILLARD. 405.
 MARCHAL (L.). 447.
 MARCHAND (E.). 407, 414.
 MARCUSE. 97.
 MARIOTT (W.). 36.
 MARKWICK (Colonel F.-E.). 35, 111.
 MASCART (J.). 381, 383, 406, 417, 422.
 — Clavius et l'astrolabe (suite), 45,
 119, 153, 319, 427.
 MATHIAS (E.). 408.
 MAUBANT. 418, 423, 457, 466.
 MAUNDER (E.-W.). 34, 35, 41, 108, 114,
 115, 200, 343, 346, 352, 460.
 MAUNDER (M^{me} A.-S.-D.). 352.
 MAURES. 31.
 MELLO E SIMAS. 470.
 MERFIELD. 104.
 MESLIN. 427.

MM.

MESSOW. 456.
MEYER (Harry). 464.
MEYERMANN. 456.
MICHIE SMITH (C.). 268.
MIDZUHARA (J.). 69, 372, 375.
MILLER. 471.
MILLER-BARR (J.). 471, 472.
MILLOCHAU (G.). 407, 412, 416, 419, 427.
MILLOSEVICH. 103, 444, 446, 452, 456,
458, 466, 470, 471, 473, 474, 476, 477.
MITCHELL. 116.
MOLESWORTH (Major P. B.). 347, 365.
MÖLLER. 447, 451, 453, 456.
MONCK (W.-H.-S.). 35, 40, 41.
MONPILLARD (F.). 424.
MONTANGERAND. 379, 406, 411.
MONTESSU DE BALLORE (F. DE). 383.
MOREUX (Th.). 470.
MORGAN. 71, 72, 73, 377, 457, 466.
MOSCHICK. 465, 477.
MOUCHEZ (Amiral). 207.
MOUREAUX (Th.). 407, 408, 410, 411.
MOYE. 427.
MÜLLER (A.). 456, 464.
MÜNDLER. 444, 445.

N

NAKANO. 205.
NASH (W.-C.). 42.
NEVILL (E.). 118, 346, 367.
NEUGEBAUER. 106, 446, 451, 453, 467.
NEWALL (H.-F.). 35, 265, 345.
NEWBIGIN (E.-J.). 35.
NEWCOMB (S.). 114, 367, 458.
NILAND. 201, 443, 445, 450, 455, 462,
466, 467, 470, 474, 475, 476, 477.
NOBLE (Capitaine). 33, 44.
NORDMANN (Charles). 402, 403, 404, 415,
427.
NUSL. 452.
NYREN. 104, 207, 468.

O

OCAGNE (M. D'). 379.
OCOULITCH. 448.
OERTEL (K.). 201, 202.
OLIVIER (C.-P.). 65.
OOM. 443.

MM.

ORLOFF (A.). Sur la théorie des appa-
reils séismiques, 286.
OSTEN (H.). 102, 106, 201, 449, 466, 479.
OSTHOFF. 200.

P

PADDOCK (G.-F.). 373.
PALISA. 102, 106, 199, 423, 444, 448, 450,
452, 453, 455, 456, 460, 463, 464, 466,
468, 471, 472, 474, 477, 478.
PANNEKOEK. 98, 207, 464, 465, 472, 473.
PANOFF (A.-N.). 463.
PANSIOT (A.). 425.
PAPEZ. 453.
PARKHURST (H.-M.). 64, 371.
PARKHURST (J.-A.). 71, 369, 371.
PARYSKY (Lieutenant-Colonel). 73.
PECHÛLE. 461, 463, 466.
PECK (H.-A.). 369, 376.
PERRINE. 71, 469, 477.
PERROTIN. 379, 381, 383, 415, 427.
PETERS (G.-H.). 66, 105.
PETITBOIS (G.). 407.
PHILLIPS (Rév.). 348.
PICART (L.). Sur le développement des
coordonnées dans le mouvement el-
liptique avec les notations de M. Poin-
caré, 353.
PICKERING (E.-C.). 98, 101, 105, 448,
449, 470.
PICKERING (W.-H.). 32, 38, 39, 43, 67,
72, 103, 113, 270, 427, 443, 444, 448,
449, 452, 454, 458, 459, 460, 467, 470,
473, 475, 477, 478.
PIDOUX. 459, 456, 468, 471.
PIROVANO (R.). 465.
PLASSMANN. 101.
PLUMMER (H.-C.). 32, 75, 108, 117, 271,
343, 366.
PLUMMER (W.-E.). 266, 351, 352.
POINCARÉ (H.). 384, 411, 421.
POOR (Ch. Lane). 469.
PORTER (J.-G.). 70, 72, 371, 376.
PREY. 443.
PRIM. Observations méridiennes des
planètes, 190.
PRZYBYLLOK. 473.
PUISEUX (P.). 377, 405, 406, 418, 430.
— Considérations suggérées par le

MM.

- 8^e fascicule de l'*Atlas photographique de la Lune*, notamment en ce qui concerne la marche de la solidification à l'intérieur des planètes, 5.
— Discours prononcé aux obsèques de M. Rayet, 282.
PULFRICH. 451, 468.

Q

- QUENISSET. 407, 409.
QUIMBY (A.-W.). 67, 72, 372, 375.

R

- RADAU. 112, 243, 349.
RAJNA. 158.
RAMBAUD. 382, 406, 413, 417, 423, 445, 452, 456, 464, 473. — Observations de comètes et de planètes, 188, 333, 336, 338.
RAMBAUT (A.). 110, 266, 423.
RAMSAY (Sir William). 34.
RAYET. 406, 422. — Ses obsèques, 273.
— Discours prononcés à ses obsèques, 278.
REY (J.). 426.
RHEDEN. 475.
RICCO. 108.
RICE (H.-L.). 370, 371, 376.
RICKEY (C.-S.). 373.
RIEM (J.). 100, 104, 105.
RISTENPART. 100, 444, 457.
RITCHEY. 351.
ROBERTS (A.-W.). 64, 269, 348.
ROBERTS (Isaac). 33, 44. — Notice nécrologique, 448.
ROCQUES-DESVALLÉES. 446.
RÖDIGER. 445.
ROLLET DE L'ISLE. 402.
ROSENBERG. 102, 457, 465, 478.
ROSS. 479.
ROSSARD (F.). 405, 423. — Observations de planètes et de comètes, 59.
ROZET (Cl.). 419.
RUDAUX (L.). 201.
RUNGE. 97.
RUSSELL (H.-N.). 350, 351.

MM.

S

- SALET. 382, 406, 413, 420, 427. — Mesure des diamètres des satellites de Jupiter au moyen du micromètre à double image, 325.
SAMPSON (Prof. R.-A.). 266.
SAUNDER (S.-A.). 31, 33, 35, 38, 75, 268, 270, 366.
SAWYER (E.-F.). 66, 373.
SCHAEBERLE. 196, 207, 478.
SCHAER. 446.
SCHARBE (S.). 107.
SCHLESINGER (F.). 369.
SCHNAUDER. 97.
SCHRADER (O.). 473.
SCHRÖTER. 477.
SCHUMANN. 206, 207.
SCHUSTER. 36, 114, 115.
SCHWARZSCHILD. 97, 98, 101, 202.
SCHWEYDAR. 74.
SEABROKE (G.-M.). 266.
SEE (T.-J.-J.). 102, 449, 456, 459.
SEELIGER. 464.
SENOUQUE. 402.
SHACKLETON (W.). 111.
SHAW. 36.
SIDGREAVES (Rév. W.). 267.
SIMONIN. Observations de planètes, 29.
— Réglage photographique du célestat, 291.
SITTER (W. DE). 207, 454, 472.
SOMMIER. 448.
SOTOME. 454.
STÉCHERT. 446.
STÉFANIK. 427.
STEPHAN. 406, 427. — Discours prononcé aux obsèques de M. Rayet, 278.
STEWART (L.-B.). 70.
STOCKWELL. 34, 102.
STOKES. 74.
STOLTZE. 97.
STONE (E.-J.). 113.
STRATONOFF. 202.
STREETE (Thomas). 45.
STREHL (K.). 200.
STRÖMGREN (E.). 99, 198, 201, 443, 447, 450, 457, 464, 466, 469, 471, 475, 476.

MM.

STRUVE (H.). 98.
 STRUVE (O.). Notice nécrologique, 468.
 SY (F.). 382, 406, 413, 417, 423, 445,
 452, 456, 464, 473. — Observations
 de comètes et de planètes, 188, 333,
 336, 338.

T

TACCHINI (P.). Notice nécrologique,
 466.
 TASS (A.). 443, 459, 471, 474.
 TEBBUTT. 474.
 TEISSERENC DE BORT (L.). 419, 424.
 TEIXEIRA BASTOS. 443.
 TERKAN. 466, 478.
 THACKERAY (W.-G.). 33, 76, 269.
 THIELE. 101.
 THOMPSON (D'ARCY W.). 44.
 THWAITES. 34.
 TIKHOFF. 100, 202.
 TIMERDING. 467.
 TODD (Sir C.). 367.
 TODD (David). 202.
 TRÉPIED. 382, 427.
 TUCKER. 101, 448.
 TURNER (H.). 43, 75, 110, 117, 343, 350,
 452, 458, 466.

U

UPDEGRAFF (Milton). 106.

V

VALENTINER. 471, 477.
 VAUX (DE LA). 427.
 VIARO. 446, 478.
 VILLARCEAU. 75.
 VILLATE. Observations de planètes et
 de comètes, 333, 336.
 VITAL. 78.

MM.

VOGEL (H.-C.). 39, 202, 203
 VOGLER. 73, 74.

W

WANACH. 204, 450.
 WEDEMAYER. 461, 470, 471, 78.
 WEISBACH. 478.
 WEINBERG (Boris). 441.
 WEGENER. 447.
 WEISS. 468.
 WENDELL. 105.
 WESLEY (W.-H.). 34.
 WHITESIDE (Ida). 370, 377.
 WHITNEY (Mary-W.). 71.
 WHITTAKER (E.-T.). 44.
 WICKHAM (W.). 113, 114.
 WIEN. 36.
 WILKENS (A.). 452, 477.
 WILLIAMS (Stanley). 99, 105, 107, 113,
 114, 118, 203, 344, 366, 369, 451, 456,
 457, 464, 466, 469, 471, 475.
 WILLIAMS (W.-T.). 373.
 WILSON-BARKER (D.). 36.
 WINKLER. 202, 471.
 WINNECKE. 42.
 WIRTZ. 99, 102, 106, 444, 447, 462, 463,
 464, 468, 470, 471, 474, 476.
 WITT (G.). 199, 474.
 WOLF (M.). 65, 99, 103, 106, 107, 196,
 197, 199, 444, 445, 447, 448, 449, 452,
 453, 455, 457, 460, 461, 463, 464, 466,
 467, 468, 470, 471, 472, 474, 475, 477.

Y

YENDELL (P.-S.). 64, 65, 66, 73, 370.
 YOWELL (Everett-I.). 64.

Z

ZALESSKY (Colonel). 73.

